

Math. A.
218zh

Math. A. 8° 218 th Schmedler

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DAS WESEN DER PERSPECTIVE.

POPULÄR DARGESTELLT,

NEBST EINIGEN BEISPIELEN FÜR DIE PRAKTISCHE ANWENDUNG

VON

AUGUST SCHWEDLER,

GROSSH. HESSISCHER HOF- UND THEATERMALER,
INHABER DES RITTERKREUZES DES GROSSHERZOGLICH HESSISCHEN VERDIENST-ORDENS
PHILIPP DES GROSSMÜTHIGEN.

BERLIN.

VERLAG VON ERNST & KORN

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG)

90 WILHELMSTRASSE

(NÄCHST DEM ARCHITEKTENHAUSE.)

1883.



VORWORT.

Das vorliegende Werkchen will nicht in die Reihe der Lehrbücher der Perspective treten, ein solches in diesem Sinne soll es nicht sein, es soll vielmehr darauf hinwirken, das Wesen und die grosse Einfachheit dieser Wissenschaft klar zu legen.

Dieses Wesen besteht nur darin, perspectivische Linien, sie mögen eine Lage und Richtung haben, welche sie wollen, genau und bestimmt nach einer allgemeinen Regel zeichnen, und in solchen Linien die Lage bestimmter Punkte leicht und sicher angeben zu können. Ist dies zur vollkommenen Klarheit geworden, so ist alles Uebrige nur Technik und Praxis, es bedarf dann nur einer geringen Anleitung, diese Praxis kennen zu lernen. Wer aber die praktische Perspective allein nur lernen will, wird niemals damit fertig werden und müsste bei jeder neuen Sache oder Fall das Buch oder den Lehrmeister bei der Hand haben. Hieraus entsteht natürlich eine Unsicherheit, die der sonst gut ausgebildete Künstler oft schwer empfindet.

Der Unterricht in der Perspective soll kein Zeichnenunterricht sein, sondern ein geistiges Studium, es soll dem Schüler eine Hülfswissenschaft mitgegeben werden, die nur bedingungsweise zur Zeichnenkunst gehört, sie muss in ihrem inneren Zusammenhange vollständig klar gelegt werden, so dass der Schüler selbst in den verwickeltsten Fällen die Uebersicht nicht verliere, sondern solche Fälle auf die einfachsten Grundprincipien zurückzuführen im Stande sei.

Obgleich ein Zweig der Mathematik, braucht die Perspective dennoch nicht nach mathematischen Berechnungen studirt, sondern da sie durch die Natur bedingt wird, kann sie recht gut auch durch Anschauungen, die wir der Natur selber entnehmen, vollständig klar dargestellt werden.

Um dies zu erreichen, muss zuerst dafür gesorgt werden, dass der Schüler sich frei zu machen verstehe von dem Stückchen Papier, welches

er vor sich liegen hat, dass sich sein Geist im freien Raum bewegen lerne, ja selbst in dem unendlichen Raum, er muss sich Linien denken können, welche diesen unendlichen Raum nach allen Richtungen hin durchlaufen, er muss sich Ebenen denken können, die unendlich weit ausgedehnt sind, ja er muss sich zwei und mehrere solcher Ebenen denken können, die sich schneiden, und von den Durchschnittslinien solcher Ebenen sich eine genaue Vorstellung ihrer Lage und Richtung nach machen können.

Dies sind die Vorarbeiten, die unbedingt nöthig sind, und ohne welche eine gründliche Kenntniss der Perspective, namentlich bei Schülern, wo diese Capacität nicht vorhanden, durchaus unmöglich ist. Das vorliegende Werkchen hat sich die Hauptaufgabe gestellt, diese Vorbedingungen auf natürlichem Wege fasslich darzustellen und nach diesen Darstellungen die einfachen Grundregeln für die Theorie zu entwickeln.

In einer zweiten Abtheilung ist eine Anleitung gegeben, diese Grundsätze praktisch zu verwerthen, es sind einige Beispiele, scheinbar nach freiem Ermessen, ausgeführt und es ist dabei die Art und Weise festgehalten, in welcher man bei freien Compositionen zu verfahren hat. Aus diesem Grunde ist jede Linie, die überflüssig, durchaus vermieden worden und Grundrisse nur so weit zur Anwendung gekommen, als diese unbedingt nöthig waren, um den Aufbau im freien Raum selber weiter führen zu können.

Zeichnungen sind nicht beigegeben, sie können leicht nach Angabe des Textes hergestellt werden, und es ist um so besser, dass sie nicht sichtbar sind, weil das zeitraubende und unnöthige Bilderbesehen wegfällt; will man zu den Bildern kommen, so muss man den Text sorgsam durchstudiren, und das war der Zweck dieser Anordnung.

Somit geht dieses Werkchen seinen eigenen Weg, und dies schien dem Verfasser eine Berechtigung zur Abfassung desselben zu geben.

Einleitung.

Am Fenster stehend beobachten wir die aussen befindlichen Gegenstände, lassen unseren Blick bald auf diesem, bald auf jenem derselben weilen, endlich werden wir durch ein Pünktchen in der Fensterscheibe, das gerade zwischen unserem Auge und dem beobachteten Gegenstand liegt, aufmerksam gemacht, dass unser Sehstrahl nicht ungehindert sein Object erreicht, sondern erst das Glas durchdringen muss, jenes beobachtete Object also gleichsam durch das Pünktchen in der Fensterscheibe gedeckt und so auf derselben fixirt wird. — Wir kommen auf den Gedanken, dass, wenn wir unser Auge festhalten und die Durchgangspunkte aller Sehstrahlen auf der Fensterscheibe fixiren würden, wir auch ein Bild oder vielmehr die Umrisse der beobachteten Gegenstände im kleineren Maassstabe erhalten müssten.

Ein flüchtiger Versuch, mit einem Bleistift die draussen befindlichen Gegenstände auf der Scheibe nachzuzeichnen, überzeugt uns, obgleich wir die Wirkung des Stiftes nicht sehen können, doch, dass die Formen der Zeichnung jenen der draussen befindlichen Gegenstände vollkommen entsprechen, und daher eine perspectivische Zeichnung derselben abgeben müssen.

Diese Sache interessirt uns, wir denken darüber nach, es scheint uns nicht unmöglich, eine Vorrichtung construiren zu können, mittelst welcher wir, unter Umständen, ein solches Bild fixiren und gleichzeitig die dabei obwaltenden Erscheinungen näher beobachten können. — Wenn wir z. B. eine Glasscheibe in ein Rähmchen fassen, dieses durch eine Vorrichtung zum Stehen bringen und das Auge in einiger Entfernung davor durch ein Ocular fixiren könnten, so würden wir der Sache wohl näher kommen.

Wir haben uns in unserer Jugend viel mit Modelliren in Papier und Pappdeckel (Pappe) beschäftigt und es soll uns nicht schwer werden

eine solche Vorrichtung fertig zu bringen. Wir werden bald schlüssig, der Apparat soll nicht zu gross werden, zur Grösse der Glasscheibe bestimmen wir 21 zu 25 cm. Damit die Sache transportabel werde, beschliessen wir den Apparat zum Zusammenlegen in Form einer Zeichenmappe anzufertigen, die, wenn sie aufgeklappt mit ihren beiden Decken auf dem Tisch liegt, das Rähmchen mit der Scheibe aber dann senkrecht stehend in der Mitte festhält.

Wir verschaffen uns einen starken, gepressten, weissen Bogen Holzpappdeckel, weil solcher am besten gerade und glatt stehen bleibt, aus diesem schneiden wir drei ganz gleiche Tafeln von 36 cm Breite und 30 cm Höhe, und geben dabei Acht, dass sie genau im Winkel und recht schön sauber und correct ausfallen.

Bei einem Glaser lassen wir uns eine Glastafel schneiden von 25 cm Breite, 21 cm Höhe, diese legen wir auf einem der Deckel, welchen wir für das Rähmchen bestimmt haben, genau an die untere Kante so an, dass die Tafel in der Mitte bleibt und an jeder Seite zum Rahmen gleich viel stehen bleibt. Nachdem wir mit Bleistift um das Glas herum vorgerissen haben, schneiden wir den mittleren Raum an den drei Seiten so heraus, dass die Scheibe gutwillig wieder hinein passt, jedoch nicht schlottert. Damit die Tafel in diesem Raum befestigt werde, schneiden wir vier Streifen Cartonpapier von $1\frac{1}{2}$ cm Breite und der Höhe des Ausschnitts, legen das Rähmchen mit der Scheibe darin flach auf den Tisch und, nachdem wir uns überzeugt haben, dass das Glas mit dem Pappdeckel an der unteren Kante genau eine gerade Linie bildet, kleben wir mit Leim die Streifen fest auf Glas und Pappdeckel so auf, dass ganz bestimmt nur $\frac{1}{2}$ cm auf dem Glase, der übrige Theil des Streifens aber auf dem Pappdeckel zu liegen kommt. Ist dies fest geworden, verfahren wir mit der anderen Seite ebenso. Den oberen Rand der Scheibe haben wir nicht nöthig zu befestigen.

Diese Arbeit lassen wir unberührt fest trocken werden, damit wir sie unbeschadet angreifen können, dann legen wir alle drei Deckel, die in ihren äusseren Umrissen nun wieder genau passen, aufeinander, die Tafel in der Mitte, überzeugen uns, dass die drei unteren Kanten, in deren Mitte die Glasscheibe liegt, genau aufeinander liegen, keine zurückspringt, und kleben über diesen Theil einen Streifen weissen Shirting, so dass er auf beiden Deckeln gleich weit übersteht, in der Mitte aber auf dem freien Theil nicht mit Leim bestrichen ist, damit das Rähmchen mit der Tafel frei dazwischen liegen bleibe. Diesen Zweck erreichen wir am besten, wenn wir erst den einen Deckel mit Leim genau bis zur Kante bestreichen, diesen einen Augenblick stehen lassen, damit er etwas abkühlt, nicht mehr feucht ist, aber doch noch stark klebt; auf diesen Leim legen wir den trockenen Shirting und drücken ihn stark an, es

dringt nun kein Leim mehr durch die Fäden. Mit der anderen Seite machen wir es ebenso, stellen alle drei Deckel auf den Kopf und drücken den Shirting fest darüber, indem wir ihn etwas spannen. Diese Arbeit trägt zur Genauigkeit des Apparates bei, deshalb haben wir so viel Vorsicht dabei angewendet.

Ist alles fest geworden, überlegen wir, ob wir zuerst das Rähmchen befestigen wollen oder der Tafel eine feste senkrechte Stellung geben, wir glauben letzteres zuerst unternehmen zu müssen. Wir breiten die beiden Decken flach auf dem Tisch aus, stellen das Rähmchen in die mittlere Fuge auf der Leinwand, bei dieser Arbeit hält einer von uns den Rahmen, messen vom Pappdeckel aus, nicht vom Grunde der Leinwand, an dem Rahmen 12 cm in die Höhe, stechen hier 1 cm von dem Glase entfernt mit einer starken Stecknadel ein Loch, um ein seidenes Schnürchen hindurchzuführen, welches wir nach hinten und nach vorne auf den unteren Deckeln befestigen wollen. Wir merken bald, dass ein Loch nicht hinreichend ist, dem Rahmen Festigkeit zu geben, stechen daher etwa 1 cm darunter noch ein Loch, führen das Schnürchen zuerst durch das obere, dann durch das untere und wieder durch das obere zurück, lassen zu beiden Seiten die Enden genügend herabhängen und befestigen es in den Löchern mit etwas Leim. — Mit diesen Löchern correspondirend stechen wir 12 cm von der senkrechten Tafel entfernt in den Grundebenen, d. h. den Deckeln, ebenfalls zwei Löcher hintereinander und führen die Fäden ebenso hindurch, zuerst von oben durch das zunächst liegende Loch, dann von unten durch das andere und knüpfen den Faden gegen den ersten fest, dabei nehmen wir Obacht, dass wir diese Arbeit mit Hülfe eines Winkels so ausführen, dass die Tafel senkrecht stehen bleibt, ohne die Faden zu arg anzuspannen, damit sich die unteren Deckel nicht heben, sondern genau in einer Ebene liegen bleiben. Hinter der Tafel befestigen wir den Faden so, dass er nicht wieder gelöst werden kann, vorne aber befestigen wir ihn mit einer Schleife, dass wir ihn für den Fall einmal ablösen können.

Nach diesen Arbeiten denken wir der Tafel ebenfalls durch eine Art Charnier eine Festigkeit zu geben. Wir schneiden zwei Stückchen Shirting so breit wie der Rahmen, drücken diesen fest gegen den hinteren Deckel, während der Rahmen in der Vertiefung stehen bleibt, und kleben den Shirting von hinten gegen Deckel und Rahmen scharf in die Ecke hinein, ist dies an beiden Seiten geschehen, so fassen wir beide Deckel an den äusseren Rändern und klappen die Mappe zu, während die Tafel in der Mitte senkrecht stehen bleibt, legen sie dann flach nieder und beschweren sie ein wenig.

Nachdem wir fest überzeugt sind, dass wir den Apparat unbeschadet öffnen können, heben wir den oberen Deckel wie ein Buch auf und die

Tafel stellt sich von selbst in der Mitte senkrecht. — Wir haben nun zu bedenken, in welcher Art wir eine Vorrichtung zur Feststellung des Auges treffen und beschliessen einen Streifen Cartonpapier aufzustellen, welcher in der Höhe des Auges ein Löchchen hat, etwa wie eine kleine Linse gross, damit das Auge hindurch blicken kann. Die Entfernung von der Tafel scheint uns für den Apparat passend, wenn wir sie auf 18 cm feststellen. Um die Mittellinie zu erhalten, theilen wir den offenen Raum des Glases an der Grundlinie in die Hälfte, legen hier gegen die Tafel einen Winkel und ziehen die Mittellinie nach vorne, messen auf dieser Linie von der Tafel aus 18 cm ab und ziehen hier einen rechtwinkligen Querstrich, dieses Kreuz ist der Fusspunkt des Auges.

Aus steifem Cartonpapier schneiden wir einen Streifen von 18 cm Länge und 8 cm Breite, auf diesem Streifen ziehen wir genau in der Mitte der Länge noch eine Linie. Auf diese Linie legen wir 1 cm von unten eine rechtwinklige Querlinie und schneiden diese mit dem Federmesser leicht ein, damit sie sich scharf und bequem umlegen lasse. Von dieser Querlinie messen wir 12 cm als die Höhe des Auges an der Mittellinie hinauf und ziehen hier ebenfalls eine rechtwinklige Querlinie. Auf diesem Kreuz schneiden wir mit einem geeigneten Instrument ein kleines recht scharfes Loch, so gross als eine kleine Linse.

Soweit vorbereitet zum Aufstellen, kleben wir auf den Grunddeckel hart gegen die Querlinie einen Streifen Cartonpapier von 8 cm Länge und 3 cm Breite, so dass wir nur die Hälfte desselben mit Leim bestreichen, legen ihn dann mit der nichtbestrichenen Hälfte gegen die Querlinie, so dass Mittellinie auf Mittellinie kommt, der Streifen aber hier hohl bleibt. Den eingeritzten Streifen unten am Ocular legen wir jetzt um und schieben ihn unter den losen Theil des zuletzt aufgeklebten Streifens. Das Ocular steht jetzt noch nicht fest, deshalb schneiden wir zwei kleine rechtwinklige Dreiecke, ritzen sie an einer der rechtwinkligen Seiten behufs Aufklebens ein wenig ein und befestigen sie auf der Vorder- und Hinterseite des Ocularstreifens, so dass wir die Mittellinie frei behalten. Diese Dreiecke stützen jetzt den Ocularstreifen und demnach können wir ihn nach Belieben ausheben. Wird der Apparat geschlossen, so klappen wir die Dreiecke flach zusammen und legen das jetzt flache Ocular in die Mappe.

Nehmen wir den fertigen Apparat zur Hand, so liegt er vorläufig wie ein geschlossenes Buch vor uns auf dem Tisch, die beiden Deckel liegen aufeinander und bilden drei parallele Ebenen, ja wir können sie uns als eine einzige denken, diese liegt wagerecht oder horizontal. Heben wir jetzt den oberen Deckel, so wird er zuerst eine Neigung

gegen die liegen bleibenden Ebenen haben und solche in allen Stellungen, wenn auch verändert, behalten, bis er senkrecht oder vertical steht. Er hat jetzt keine Neigung mehr gegen die liegen gebliebene horizontale Ebene, sondern steht rechtwinklig darauf, d. h. bildet auf beiden Seiten rechte Winkel.

Bei fernerer Fortbewegung des Deckels fängt nun an die mittlere Tafel sich zu heben, diese und der Deckel haben nun wieder Neigungen gegen die horizontale Ebene, d. h. also, sie bilden auf ihren beiden Seiten keine rechten Winkel mehr mit der horizontalen Ebene, sondern ungleiche, nämlich spitze und stumpfe, erstere weniger als 90 Grad, letztere mehr. — Legt sich der Deckel gegen die Tischplatte, so steht die Tafel senkrecht und bildet zu beiden Seiten mit den Deckeln wieder rechte Winkel, die Deckel sind jetzt in eine Ebene gekommen, nämlich in die horizontale. —

Haben wir diesen ganzen Vorgang genau beobachtet, so haben wir bemerkt, dass eine Linie, die allen dreien Ebenen zugleich angehört, nicht von ihrer Stelle fortbewegt worden ist, und diese Linie ist die, in der alle drei Deckel zusammengeheftet sind, sie blieb gleichsam als *Axe* fest liegen, um welche die ganze Drehung vor sich ging, sie bildete also immer die Durchgangslinie der Ebenen, wenn wir uns auch diese Ebenen über sie hinaus vergrößert denken, wie gegenwärtig die beiden Deckel, welche flach auf dem Tisch liegen.

Die mittlere Tafel steht in dieser Durchgangs- oder *Durchschnitts-*linie senkrecht und alle Perpendikel, welche wir uns in dieser senkrechten Ebene auf die Durchschnittslinie niedergelassen denken können, stehen auf dieser ebenfalls senkrecht, d. h. bilden rund herum mit der Ebene rechte Winkel, solche Perpendikel wollen wir ein für allemal „*Normalen*“ nennen, gleichviel ob die Ebene, auf welcher sie stehen, horizontal, senkrecht oder geneigt ist. Z. B. ziehen wir auf dem vorderen Deckel Parallelen mit den Seitenrändern gegen die Durchschnittslinie, in welcher die senkrechte Tafel steht, so bilden diese hier ebenfalls rechte Winkel und sind *Normalen* zur Tafel. — Legen wir jetzt die Tafel nach vorne nieder, so werden wir diese Linien durch das Glas sehen können, ziehen wir nun diese Linien, mit irgend einem Mittel, auf der Tafel nach und heben die Tafel etwas auf, so werden diese neu gezogenen Linien ebenfalls *Normalen* gegen die Durchschnittslinie sein und solche bleiben, gleichviel unter welchem Winkel wir die Tafel heben. Letztere *Normalen* liegen nun in geneigter Ebene. — Legen wir die Tafel wieder nieder und wählen zwei sich deckende Linien aus, welche wir im Auge behalten wollen, und heben nun die Tafel auf, so werden diese beiden Linien sich trennen, aber in der Durchschnittslinie einen gemeinschaftlichen Punkt behalten, an diesem bilden sie den „*Neigungswinkel*“ der beiden Ebenen. —

Der Neigungswinkel zweier Ebenen wird also bestimmt durch zwei Normalen in beiden Ebenen, welche wir in einen und denselben Punkt ihrer Durchschnittslinie stellen.

Es scheint uns diese letzte Bemerkung so wichtig, dass wir den Vorgang bei der Hebung und „Drehung“ beider Ebenen um ihre Durchschnittslinie noch andererseits betrachten. Wir finden, dass die liegende bleibende Linie immer senkrecht unter der sich hebenden und bewegenden liegen bleibt und hier während der ganzen Bewegung den „Grundriss“ oder die „Projection“ der gehobenen Linie bildet. — Ferner können wir uns durch die gehobene Linie und ihre Projection eine senkrechte Ebene bestimmt denken und diese senkrechte Ebene muss in beiden beobachteten Linien ihre Durchgänge in den entsprechenden Ebenen haben. —

Betrachten wir jetzt die vordern Kanten des Apparats, wenn derselbe vollständig zusammen gelegt ist, so können wir uns die drei Vorderkanten wieder als eine einzige Linie denken (sofern wir uns alle drei Ebenen als eine einzige denken), welche mit der gegenüberliegenden Rückseite des Apparats parallel ist. — Oeffnen wir nun den Apparat, so werden sich diese Linien trennen, während die Rückseite des Apparats als Durchschnittslinie der Ebenen wieder liegen bleibt, sie werden aber, obgleich sie nun verschiedenen Ebenen angehören, unter sich sowohl als auch mit der Durchschnittslinie parallel bleiben. — Während der ganzen Drehung wird diese parallele Richtung mit der Durchschnittslinie beibehalten, und diese Durchschnittslinie die „Axe“ der Drehung bilden, selbst wenn wir uns die Drehung nach hinten herum, bis gegen den vorderen Deckel im Kreise fortgesetzt denken. —

Dieses Experiment haben wir uns nur mit den drei Linien des vorderen Randes gedacht, wir können es uns aber mit noch mehreren dazwischenliegenden Parallelen denken. Ziehen (oder denken wir uns), indem der Apparat geschlossen auf dem Tische liegt, auf der äusseren Deckelseite, welche oben liegt, Parallele an Parallele mit der Randlinie, bis wir mit der letzten Parallele den Rücken d. h. die Durchschnittslinie oder Axe erreichen und heben nun den Deckel auf, bis er über die senkrechte Stellung fort wieder den Tisch erreicht, könnten wir diese Bewegung auch nach unten herum bis gegen den vorderen Deckel fortsetzen, so hätten gedachte Parallelen eine vollständige Kreisbewegung um die Durchschnittslinie, die Axe, gemacht und den ganzen Raum um dieselbe durchlaufen. In derselben Art können wir uns daher auch den ganzen Raum um die Axe mit solchen Parallellinien angefüllt denken und wir haben dann ein ganzes System beweglicher Parallellinien, welches sich um eine einzige festliegende als Axe gruppirt. —

Eine solche Gruppierung paralleler Linien können wir füglich mit dem Ausdruck „Parallelsystem“ bezeichnen und müssen uns wiederum

dieses Parallelsystem, welches vorläufig aus begrenzten Linien besteht, nicht nur allein aus unbegrenzten d. h. nach beiden Seiten hin bis ins Unendliche verlängerten Linien denken, sondern wir müssen uns auch den ganzen übrigen unbegrenzten Raum damit angefüllt vorstellen können. —

Hierdurch erreicht die Axe eine ganz besondere Wichtigkeit und um sie bestimmter zu bezeichnen, wollen wir sie den „Parallelstrahl“ nennen, weil sie als festliegend die bestimmte Richtung des ganzen Parallelsystems angiebt.

Es reiht sich hieran der Gedanke, dass, in sofern von der Richtung eines Parallelsystems die Rede ist, auch eine jede Linie anderer Richtung die Axe oder der Parallelstrahl eines Parallelsystems sein kann. Betrachten wir daher vorläufig noch einige andere Linien als Axen von Parallelsystemen. Haben wir uns vorher den Apparat so auf dem Tische liegend gedacht, dass er wie ein Buch von links nach rechts geöffnet wurde, so wollen wir uns ihn jetzt so gedreht denken, dass die vordere Seite unserer Brust zugewendet liegt, und wir ihn nun von uns abgewendet nach hinten öffnen. Hierdurch erhalten wir ein neues Parallelsystem, welches das erstere rechtwinklig schneidet und sich wieder um eine einzige festliegende Linie als Parallelstrahl gruppirt. — Jede andere Lage des Apparats, also eine schiefe, giebt wieder neue Parallelsysteme, welche aber gegen die beiden ersteren einfache Neigungen haben, alle aber werden aus horizontalen Parallellinien bestehen.

Denken wir uns aber in den letzten Lagen, welche solche einfache Neigungen ergeben, den geschlossenen Apparat nicht mehr horizontal, sondern den Rücken desselben an einem Ende aufgehoben, so werden wir beim Oeffnen durch die Drehung auch Parallelsysteme doppelt geneigter Linien erhalten, die daher auch nicht mehr in horizontalen Ebenen liegend gedacht werden können.

Die Parallelstrahlen geben also, wie schon oben gesagt, die Richtungen (Neigungen) der zugehörigen Parallelsysteme an. Um aber die Parallelstrahlen selber wieder als festliegende Linien bezeichnen zu können, müssen wir einen bestimmten Punkt im Raume annehmen, durch welchen solche Parallelstrahlen liegen sollen, weil sonst jede andere Linie im Raume als Parallelstrahl angesehen werden kann; ein solcher fester Punkt im Raume ist aber unser Auge als der Mittelpunkt des uns umgebenden Raumes.

Unser Auge allein reicht aber noch nicht vollkommen hin, jede Richtung eines Parallelstrahles ganz genau bezeichnen zu können, es ist daher noch nöthig, einen einzigen aller dieser Parallelstrahlen, welche durch unser Auge liegen können, als festliegend anzunehmen, gegen welchen und das Auge wir dann die übrigen bestimmen können. — Zu

einem solchen eignet sich natürlich ein horizontaler und von diesen wieder am besten derjenige, welcher von unserem Auge aus weder rechts noch links, sondern gerade aus läuft; gegen einen solchen Strahl können wir leicht jede andere Richtung durch den Winkel bestimmen, welchen der Parallelstrahl der verlangten Richtung an unserem Auge mit dem festliegenden bildet.

Dieser als festliegend zu bestimmende Strahl ist aber vermöge seiner Lage im Raume für uns nicht greifbar, wir müssen ihn daher durch eine Projection in irgend einer Ebene uns zugänglich machen. Hierzu eignet sich aber die Grundebene unseres Apparates, in dieser haben wir in der Mitte schon eine Linie gezogen, auf welche wir das Ocular gestellt haben, in dieser Linie liegt daher auch die Projection des Auges, senkrecht unter demselben, diese Linie geht bis zur Glastafel und trifft hier auf dieselbe rechtwinklig, daher muss hier auch die Projection desjenigen Punktes liegen, in welchem der durch das Auge „gerade aus“ als festliegend angenommene Parallelstrahl die Bildebene durchdringt.

Hiermit sind wir nun an einer der umständlichen Anordnungen, welche die Ausübung der praktischen Perspective verlangt, angekommen, wir sollen alle die Sachen, welche wir uns im Raume denken, in bestimmte Ebenen, welche uns zugänglich, und namentlich in die Bildebene, die uns bei der praktischen Ausführung doch nur allein zur Verfügung steht, zurückführen. Es ist daher nöthig, dass wir uns diese Bildebene nicht als eine durch den Rahmen begrenzte denken, sondern wir müssen sie uns als unbegrenzt, d. h. nach allen Seiten hin vergrößert vorstellen können, ja nehmen wir den weitgehendsten Begriff, wir müssen sie uns als eine Ebene denken, welche das ganze Weltall in zwei Theile theilt.

Unser als festliegend angenommener Parallelstrahl, der ja eine horizontale Richtung hat, durchdringt nun diese Bildebene, und zwar rechtwinklig, in diesem seinen Durchgangspunkte bezeichnet er die Projection des Auges. Denken wir uns jetzt durch diesen Parallelstrahl eine horizontale Ebene gelegt, so wird diese horizontale Ebene die Bildebene auch in einer horizontalen Linie schneiden, in welcher auch die Projection des Auges liegt. —

Denken wir uns ferner durch den festliegenden Parallelstrahl eine senkrechte Ebene gelegt, so wird diese die Bildebene auch in einer senkrechten Linie schneiden, in welcher ebenfalls wieder die Projection des Auges liegt. Es liegen daher durch die Projection des Auges in der Bildebene die Durchschnittslinien zweier Ebenen, einer senkrechten und einer horizontalen. Diese beiden Ebenen sind zwei äusserst wichtige Factoren, es sind die zwei anderen Projectionsebenen, die wir uns mit aller Kraft als bestimmt vorhanden vorstellen müssen und welche wir

uns, behufs ihrer Zurückführung in die Bildebene, um ihre Durchschnittslinien gedreht und so in die Bildebene zurückgeschlagen denken müssen, wie wir das mit unserem Apparat machen, wenn wir ihn zusammenschlagen. Die horizontale Ebene müssen wir uns nach oben sowie nach unten in die Bildebene, und die senkrechte Ebene nach rechts und nach links ebenfalls in die Bildebene zurückgeschlagen denken können, so dass dann alle drei Ebenen nur eine einzige bilden.

So vorbereitet wollen wir die Untersuchungen an unserem Apparat wieder aufnehmen, ohne dabei vorauszusetzen, dass wir mit diesen Vorbereitungen schon ausgerüstet sind.

Erster Abschnitt.

I. Die Perspective der Linien, in Anbetracht der Ebenen, in welchen sie liegen.

Unsere Studien beginnen wir mit der Untersuchung verschiedener perspectivischen Linien, wie sie entstehen und welches die Grundursachen hierzu sind.

Die uns zunächstliegenden Richtungen sind solche, welche das Bild, die Glastafel, rechtwinklig treffen und solche, die mit dem Bilde parallel laufen. (S. 5. 7.) Erstere Richtung ist durch den Ausdruck *rechtwinklig zur Bildebene* ganz bestimmt bezeichnet und wir können nur diese eine Richtung darunter verstehen, letztere Richtung aber kann so verschieden sein, als ein Windmühlenflügel Stellungen einnehmen kann, indem er vom Winde getrieben sich um seine Axe dreht.

Diese beiden Gattungen von Linien wollen wir vorläufig in der Grundebene untersuchen und verlängern zu diesem Zweck die schon gezogene Mittellinie auf dem vorderen Deckel auch nach hinten, legen nach jeder Seite dieser verlängerten Mittellinie 12 cm an und ziehen zwei Parallelen mit derselben, dann ziehen wir 12 und 24 cm von der Tafel entfernt mit dieser parallel zwei Querlinien. Hierdurch erhalten wir, hinter der Tafel, ein grosses Quadrat, welches durch Mittellinien in vier gleiche kleinere getheilt ist.

Diese geometrische Zeichnung ziehen wir mit einem starken Strich schwarzer Tusche aus.

Das Auge dicht an die Ocularöffnung legend, richten wir unseren Sehstrahl nach einander auf die beiden hinteren Ecken des Quadrats, um zu beobachten, wo diese beiden Sehstrahlen die Glastafel durchdringen; diese Punkte zu fixiren, nehmen wir eine etwas abgeschriebene Stahlfeder, tauchen sie in Tusche und machen vorsichtig gerade da, wo wir die hinteren Ecken sehen, je einen Punkt auf der Glastafel. Das hat aber seine Schwierigkeiten, wir glauben immer die Tafel schon zu berühren und sind doch noch lange nicht daran;

darum legen wir den Zeigefinger der linken Hand in dieser Gegend an die Glastafel, die Feder fest darauf, so dass sie kaum die Scheibe berührt und nun visiren wir, indem wir die Feder vorwärts drücken; auf diese Weise gelingt uns ein sehr correcter Punkt.

Ist das mit den beiden hinteren Punkten geschehen, so haben wir die Richtungen der beiden Seitenlinien bestimmt, denn sie müssen jetzt in der Verbindung mit den entsprechenden Durchgängen der geometrischen Linien in der Grundlinie der Tafel liegen. Wir lösen die beiden vorderen Fäden in der Grundebene, legen die Tafel nach hinten um, nehmen das Ocular fort und verbinden nun an einem Lineal, mit der Feder ziehend, die gemachten Punkte mit den entsprechenden Durchgängen und auch die beiden Punkte untereinander.

Die Figur, welche wir auf dem Glase erhalten haben, soll nun die perspectivische Zeichnung des Quadrates sein, wir wollen sehen, ob es der Fall ist, wir richten Glasscheibe und Ocular wieder auf, bringen das Auge dicht an die Oeffnung und sehen nun, dass unsere perspectivische Zeichnung die Umrisse des geometrischen Quadrats hinter der Scheibe vollkommen deckt. Wir merken nun noch die Punkte für die mittlere Querlinie, ebenso den Mittelpunkt in der hinteren Querlinie auf oben beschriebene Weise an und ziehen die Querlinie sowohl als auch die senkrechte Mittellinie auf die Glastafel.

Wir wollen uns zuerst klar machen, warum die perspectivische Zeichnung so und nicht anders erschienen ist. Wir heben das Ocular aus, um unsere Zeichnung auf der Glastafel besser übersehen zu können. Da wir nun das Auge nicht mehr fixirt haben, so deckt auch die perspectivische Zeichnung das geometrische Quadrat nicht mehr, dieses ist grösser, wir merken aber bald, dass wir eine weitere Distanz haben, und sehen dadurch, wie wichtig die Distanz für die perspectivische Zeichnung ist und dass mit einer anderen Distanz auch ein anderes Bild entsteht. Sind wir hierüber klar, so betrachten wir die perspectivische Zeichnung aufmerksam. Die erste auffällige Erscheinung ist, dass sich die beiden Querlinien nur ihrer Lage und Länge nach verändert haben, während sie ihre geometrisch parallele Richtung beibehalten, die Seitenlinien jedoch haben sich ganz verändert. Wie mag dies zusammenhängen?

Die vordere Quer- oder Grundlinie liegt in der Tafel selber, lassen wir den Sehstrahl von dem einen Ende derselben zum anderen gleiten, so verändert er nichts, er bleibt in der Glastafel liegen, lassen wir ihn aber auf der zweiten, der Mittellinie, entlang gleiten, so wird er einen Schnitt in der Bildebene (der Tafel) machen und dieser Schnitt muss darum horizontal bleiben, weil der Sehstrahl auf solcher Linie, die parallel mit der Grundlinie des Bildes ist, entlang gleitet. Da nun das Auge fest steht, so muss der Schnitt ebenfalls horizontal und geometrisch parallel mit der

Linie bleiben, ebenso verhält es sich mit der hinteren Linie, diese aber erscheint ebenfalls wieder kürzer; denken wir uns diese Linie weiter und weiter hinausgerückt, immer wird sie kürzer und kürzer werden, ihre parallele Richtung aber nicht verändern.

Wir erinnern uns, bei einem davoneilenden Eisenbahnzug auf dem Perron dicht an der Bahn gestanden zu haben und sehen die hintere Ansicht des letzten Wagens beständig schwinden und schwinden; dieses Schwinden ging so schnell, dass wir es an unserem Auge fühlten. Es ging also etwas an unserem Auge vor. Erwarteten wir einen Zug, so erschien er uns in der Ferne zuerst sehr klein und undeutlich, kaum sahen wir eine sichtliche Veränderung, indes näher und näher kommend wurde er grösser und deutlicher, ja zuletzt wuchs uns die vordere Ansicht sichtbarlich, wir fühlten ebenfalls dieses rapide Wachsen an unserem Auge und unwillkürlich, auch abgesehen davon, dass wir weit genug von den Schienen abstanden, um Gefahr zu laufen, wichen wir dennoch zurück, denn das schnelle Grösserwerden in den letzten Augenblicken schien uns eine ebenso grosse Gefahr, als das brausende und zischende Ungethüm selbst.

Wie wollen wir uns diese so fühlbare Empfindung und die damit zusammenhängende Erscheinung erklären?

Wenn der Wagen ganz nahe ist, haben wir nöthig, das Auge auf und nieder, rechts und links zu bewegen, um die ganze Ansicht zu fassen und das Bündel aller Sehstrahlen bildet an unserem Auge eine Spitze, die Spitze eines Kegels etwa, dessen Basis die Ansicht des Wagens ist. Entfernt sich der Wagen, so muss sich dieses Strahlenbündel in die Länge ziehen, während seine Basis dieselbe bleibt, aber der Winkel an unserem Auge, die Spitze des Kegels, wird kleiner werden müssen, ja denken wir uns den Wagen sehr ferne, so dass wir ihn fast nur noch sehen, so nähert sich schon die Spitze des Kegels an unserem Auge mehr der Linie, der Winkel ist sehr klein geworden, und fällt endlich der Sehstrahlen-Kegel in eine Linie zusammen, so wird der Zug für uns verschwunden sein.

Der Winkel am Auge, unter welchem wir einen Gegenstand erblicken, scheint uns ein ganz besonderer Factor bei Beurtheilung von Grössen und Entfernungen zu sein, ist der Winkel klein, so ist der Gegenstand weit, ist er gross, so ist er nahe. Wir suchen uns dieses Resultat unserer Combinationen an der Glastafel klarer zu machen.

Hinter der Glastafel haben wir drei querlaufende Linien, die eine ist die Grundlinie, die andere die Mittellinie und die dritte die hintere Linie, eine jede dieser Linien hat einen anderen Sehstrahlenwinkel an unserem Auge, wir können uns diese Sehstrahlen ganz genau denken, denn vier davon haben wir ja vom Ocular aus in ihren Durchgängen in

der Tafel schon durch Punkte angegeben, die zwei vorderen fallen auf die Endpunkte der Grundlinie selber, diese müssen den grösseren Winkel an unserem Auge bilden, der Sehstrahlenwinkel der Mittellinie ist kleiner und der der hinteren Linie noch kleiner.

Die Schenkel dieser drei Sehstrahlenwinkel bilden, wenn wir wollen, mit ihren dazu gehörigen geometrischen Grundlinien hinter der Tafel drei Dreiecke, diese Dreiecke können wir uns sogar im Grundrisse anschaulich machen, indem wir von den Endpunkten der drei geometrischen Linien in und hinter der Tafel, nach dem Fusspunkt des Auges, d. h. demjenigen Punkt, welcher in der vorderen Grundebene senkrecht unter dem Auge liegt (S. 8), Linien ziehen, diesen Fusspunkt wollen wir auf der Grundebene mit F bezeichnen, beim Ziehen dieser Linien ist die Glastafel etwas hinderlich, aber unsere geübte Hand überwindet diese Schwierigkeit; diese Linien ziehen wir nur mit Bleistift, damit wir sie später wieder auslöschen können. — Wir haben jetzt die Grundrisse der drei Sehstrahlenwinkel genau vor uns liegen und bemerken, dass die Durchgangspunkte der Sehstrahlen in der Glastafel ganz genau senkrecht über die Durchgangspunkte der correspondirenden Sehstrahlengrundrisse in der Grundlinie liegen. Wieder können wir uns sechs neue Dreiecke denken, die gebildet werden durch den Sehstrahl, seinen Grundriss und der Senkrechten zwischen Auge und seinem Fusspunkt F , letztere Linie haben alle sechs Dreiecke gemeinschaftlich. Ausser den beiden vorn liegenden haben die vier anderen Dreiecke in der Tafel eine senkrechte Durchschnittslinie, welche die Durchgänge der Sehstrahlen-Grundrisse in der Grundlinie mit den Durchgangspunkten der entsprechenden Sehstrahlen selbst verbindet.

Von allen diesen Dreiecken interessiren uns aber keine so sehr als diejenigen, welche durch die Sehstrahlen und die Querlinien selbst gebildet werden und deren Spitzen an unserem Auge liegen. Wir haben deren drei und jedesmal ist der Sehstrahlenwinkel im Verhältniss zu der beobachteten Linie kleiner, je weiter diese liegt, ja er muss kleiner und kleiner werden, wenn wir uns die beobachtete Querlinie weiter und weiter herausgeschoben denken. Der Durchgang der immer länger werdenden Dreiecke in der Bildebene wird steigen, die Sehstrahlen immer näher zusammen kommen, bis zuletzt, wenn wir uns die Linie bis ins Unendliche fortgeschoben denken, die Sehstrahlen gar keinen Winkel am Auge mehr bilden, sondern eine Linie geworden sind. Diese Linie aber muss endlich mit der horizontalen Ebene parallel laufen, muss also vom Auge aus rechtwinklig die Tafel durchdringen.

Wir suchen uns diesen Vorgang nochmals zu vergegenwärtigen, indem wir annehmen, die beiden Seitenlinien unseres Quadrats seien ein paar Eisenbahnschienen, die in paralleler Richtung fort und fort verlängert

wären und bis ins Unendliche fortliefen. Denken wir uns auf diesen Schienen einen Eisenbahnzug, dessen letzter Wagen dicht an der Glasscheibe steht; der Zug fährt ab, während wir das Auge am Ocular haben. Da nun, je weiter sich der Zug entfernt, die Sehstrahlen immer näher an einander rücken, ihr Durchgang in der Bildebene infolgedessen auch näher zusammen rückt, so muss uns der Zug immer kleiner und undeutlicher erscheinen, bis er endlich in dem Punkt, welcher dem Auge in der Glastafel gegenüber liegt, verschwindet, die Sehstrahlen sind zusammen gefallen und haben eine horizontale Linie gebildet.

Der Winkel, welchen die Sehstrahlen an unserm Auge bilden, hat unser Interesse in so hohem Grade erregt, dass wir noch weiter über ihn nachdenken müssen und nachforschen wollen, ob nicht noch Manches der Erscheinungen, die bei dem Fortfahren des Eisenbahnzuges beobachtet werden, mit ihm zusammenhängt. Der Zug wird undeutlicher im Verhältnisse zu seinem Kleinerwerden, hängt dies nicht auch mit dem Kleinerwerden des Sehstrahlenwinkels zusammen? Indem wir darüber nachdenken, finden wir es ganz natürlich, dass der Zug undeutlich werden muss, denn befinden wir uns in der Nähe, so sehen wir alle Einzelheiten daran, jeden Nagel, jede Schraube; jede Schraube und jeder Nagel hat aber auch noch seinen bestimmten wahrnehmbaren Sehwinkel an unserem Auge und wir können diesen Winkel noch mit unserem Auge fühlen, denn wir fühlen deutlich, dass wir, um den Kopf der Schraube in allen Theilen genau zu besehen, unseren Sehstrahl auch ganz genau auf alle Theile eines solchen Schraubenkopfes richten müssen. Dieses Weiterücken des Sehstrahls fühlen wir ganz deutlich an der Muskelbewegung unseres Auges; betrachten wir ein grösseres Object, z. B. einen Puffer, eine Laterne, so fühlen wir diese Muskelbewegung des Auges noch viel deutlicher, wenn wir den Sehstrahl über den Durchmesser hinweg gleiten lassen. Die Sehstrahlenwinkel dieser kleinen Objecte werden, wenn sich der Zug entfernt, bald so nahe zusammen fallen, dass sie, in Folge der Einrichtung unseres Auges, für dasselbe nicht mehr wahrnehmbar sind und die Sichtbarkeit dieser Objecte hört daher ganz auf.

Auf diese Weise verschwinden die einzelnen Objecte nach und nach, bis wir bald nur noch den Umriss im Allgemeinen sehen; dieser Umriss wird ebenfalls kleiner und kleiner, sein Sehstrahlenwinkel schwindet nach und nach so sehr zusammen, dass die Empfindlichkeit unseres Auges dafür aufhört und der Zug ist verschwunden.

Durch alle diese Betrachtungen werden wir auch auf die umgekehrte Verminderung des Sehstrahlenwinkels aufmerksam gemacht, die stattfinden muss, wenn die Objecte in unserer unmittelbaren Nähe kleiner und kleiner werden. Wir lesen eine mit gewöhnlichen Lettern gedruckte Schrift noch in einiger Entfernung, eine kleinere bringen wir schon näher, eine ganz

kleine noch viel näher, ja wir bringen sie wohl schon so nahe, dass wir sie innerhalb der Grenze des deutlichen Sehens halten müssen, wir sehen sie noch, aber es thut uns weh. Nehmen wir noch kleinere Objecte, ein Papierwürmchen z. B., wir sehen es noch, aber nur als ein sich bewegendes Pünktchen, Einzelheiten daran sehen wir nicht, denn der Sehstrahlenwinkel derselben ist für unser Auge nicht mehr zu empfinden.

Aus diesem Grunde können wir Infusionsthierchen gar nicht mehr sehen und wir brauchen erst Instrumente zur Vergrösserung, damit die Sehstrahlenwinkel dieser Objecte wieder eine solche Grösse erhalten, welche für unser Auge wahrnehmbar ist und mithin diese Objecte wieder sichtbar machen.

Ganz ebenso ist es mit sehr entfernten Gegenständen, wir brauchen ebenfalls wieder Instrumente, um den Sehstrahlenwinkel soweit zu vergrössern, dass unser Auge empfindlich dafür ist.

Nach diesen Resultaten erscheint uns der Sehstrahlenwinkel so bedeutend, dass wir ihn mit einem bestimmten Namen belegen zu müssen glauben. Es hängt nach unserer soeben gemachten Erfahrung das ganze Sehen von diesem Winkel ab, denn die Sichtbarkeit eines Gegenstandes hört ganz auf, gleichviel ob derselbe nahe oder fern ist, wenn dieser Winkel nicht mehr empfunden werden kann, wir nennen ihn daher ganz einfach den

„S e h w i n k e l“

oder den sichtbaren Durchmesser der Gegenstände, letzteres darum, weil er mit dem wahren Durchmesser nur den Schwinkel gemeinschaftlich hat, denn die Schenkel dieses Winkels, die Sehstrahlen, können, wie wir gefunden haben, lang oder kurz sein.

Durch letztere Thatsache werden wir aufmerksam, dass wir eigentlich durch den Schwinkel allein nicht im Stande sein können, eine Entfernung genau zu schätzen, denn wir sehen einen Gegenstand nicht deutlich, dessen Schwinkel sehr klein ist, es müssen daher noch andere Erscheinungen mitwirken, durch welche wir unser Urtheil über die Gesichtseindrücke erst feststellen.

Welche Erscheinungen können das sein? Aus vorher angeführten Ursachen haben wir gefunden, dass, wenn ein Gegenstand uns nahe liegt, wir die kleinen Einzelheiten vermöge ihres merklichen Schwinkels noch genau sehen können, hieraus also, aus der Deutlichkeit, schliessen wir auf die Entfernung, d. h. schätzen wir die Entfernung, denn gewiss sind wir nicht überzeugt, wie weit der Gegenstand sich befindet. Dieser Schluss ist aber so schnell und uns unbewusst, dass wir uns damit zufrieden geben. Wir haben auf freiem Felde oft gesehen, dass die Kirchthürme zweier Dörfer gleich gross erschienen, obgleich die Dörfer doch nicht gleich weit von uns entfernt lagen; erscheinen sie gleich gross, so schätzen wir den

ferneren grösser, obgleich er denselben Sehwinkel hat, ist es umgekehrt, so wird auch unser Urtheil demgemäss ausfallen, und zwar darum, weil uns die Entfernungen bekannt sind, oder weil wir durch andere Umstände in der Lage sind, diese Entfernungen genau schätzen zu können.

Hier treten plötzlich drei Factoren auf, die zur Beurtheilung von Grösse und Entfernung nöthig sind, nämlich zuerst der Sehwinkel oder die sichtbare Grösse, zweitens zur Beurtheilung der Entfernung die uns bekannte wirkliche oder scheinbar beigelegte Grösse, drittens zur Beurtheilung der Grösse, die uns bekannte oder scheinbar beigelegte Entfernung.

Auf welches ein Zusammenwirken von Umständen, scheinbaren und wirklichen, stossen wir hier, es wird uns plötzlich ganz irre an unserem bestimmten Urtheil, womit wir doch sonst so gleich und unbedingt bei der Hand sind, ohne diese Umstände vorher erst näher geprüft zu haben. Legen wir einen der scheinbaren Factoren bei der Beurtheilung der Gesichtseindrücke, uns unbewusst, zu Grund, so müssen wir nothwendig auch ein falsches Urtheil fällen.

Diese drei Factoren wollen wir deshalb näher prüfen und uns klar über ihre Zusammenwirkung werden. Sie sind: der Sehwinkel, die Grösse und die Entfernung, von beiden letzteren muss uns eine ganz bestimmt bekannt sein. Der Sehwinkel ist daher das einzige unbedingt Empfundene und Bestimmte beim Vorgange des Sehens und des Urtheils darüber, und doch ist dieser Sehwinkel so bescheiden und tritt so wenig in den Vordergrund, dass wir ihn gar nicht beachten, ja zuerst nicht einmal wussten, dass er wirklich vorhanden war.

Der Sehwinkel lässt uns nur von dem beobachteten Gegenstand ein gewisses Sehstrahlenbündel aufnehmen und ihn uns unter einem von uns näher zu bestimmenden Durchmesser erscheinen. Nun urtheilen wir, indem wir uns unbewusst einen der beiden anderen Factoren als bestimmt annehmen, über unseren Gesichtseindruck, haben wir aber diesen als bestimmt angenommenen Factor falsch gegriffen, so muss nothwendiger Weise auch ein falsches Urtheil über unsern Gesichtseindruck die Folge davon sein.

Wir wollen diese Calculation uns durch Beispiele klarer zu machen suchen. In der freien Luft sehen wir hoch und weit einen grossen Raubvogel schweben, wir halten ihn dafür, im nächsten Augenblick aber treiben wir eine Mücke, die vor unseren Augen schwebt, mit der Hand fort; wie kam es, dass wir diese kleine Mücke für einen weit hinaus schwebenden grossen Vogel halten konnten, und hätte sie uns nicht näher incommodirt, so würden wir wohl schwerlich unseren Irrthum bemerkt haben und hätten einen Eid darauf abgelegt, einen grossen Vogel gesehen zu haben, denn wir haben ihn ja „gesehen“. Der Sehwinkel war das einzige Wahre bei der Sache, nur haben wir uns in der Beurtheilung der Entfernung

getäuscht und deswegen dem Gesichtseindruck eine falsche Grösse beigelegt. Umgekehrt, wir wollen eine Mücke vor unseren Augen mit der Hand forttreiben und, da unser Bemühen fruchtlos ist, bemerken wir erst, dass es ein grosser Vogel ist, der hoch in den Lüften schwebt. Solche Fälle sind immer da leicht möglich, wo uns andere Gegenstände fehlen, die unser Urtheil bestimmen helfen. Auf freiem Felde kommt uns, auf einem Wege, der vielleicht, ohne dass wir es bemerken, eine Neigung hat, ein Mann oder eine Frau entgegen, wir glauben diese Person nach der von uns geschätzten Grösse noch in entsprechender Entfernung, nach einigen Augenblicken aber geht ein Kind an uns vorüber, die Form und die Kleidung liess es zu, es weiter hinaus zu setzen und für erwachsen zu halten. Selbst auf Wegen mit Bäumen bepflanzt kamen uns solche Irrthümer vor, namentlich wenn die Formen halb erwachsener Bäume es zulassen, sie für grösser zu halten. Bei Terrain, welches hinten stärker steigt als vorne, sehen wir das Wasser vorne aufwärts fliessen. Neulich hielten wir eine alte Giesskanne, die unweit des Weges auf dem Acker lag, für einen aufhorchenden Hasen, wir sahen deutlich beide Ohren und die Vorderpfoten, nach einigen Schritten, als unsere Sehaxe den Gegenstand auf anderem Durchmesser traf, sahen wir erst, dass es eine alte Giesskanne war, was wir für einen Hasen gehalten hatten, die Farbe der Giesskanne glich aber durch den Rost, der sich angesetzt hatte, auffallend der eines Hasen.

In Folge dieser Beobachtungen treten noch zwei andere Factoren auf, die thätig sind bei der Beurtheilung der Gesichtseindrücke, diese sind: die Form und die Farbe, letztere kann auch bei entfernter liegenden Gegenständen, wo sie durch die dazwischen liegende Luft verändert wird, zu Täuschungen Anlass geben.

Nach dieser Abschweifung unserer Gedanken, durch die Wichtigkeit des Seh winkels veranlasst, kehren wir zu unserer Glastafel zurück, um die Seitenlinien unseres Quadrats näher zu betrachten.

Blieb die perspectivische Zeichnung der Querlinien parallel mit diesen selbst, so zeigt die perspectivische Zeichnung der Seitenlinien sich doch ganz anders, sie neigen sich gegeneinander, ja wenn wir sie verlängern, so treffen sie sich endlich und zwar in dem Punkt, der dem Auge rechtwinklig gegenüber liegt. Auf diesen Punkt sind wir schon einmal gestossen, als wir uns die Querlinien hinausgeschoben dachten, bis der Seh winkel in eine Linie zusammengefallen war, die dann parallel mit der horizontalen Ebene lief, andererseits auch, als wir einen Eisenbahnzug hinter der Tafel bis in unendliche Entfernung, Seite 14, verfolgten. Woher kommt das Alles; der Sehstrahl muss nothwendiger Weise auch hier Auskunft geben können.

Haben wir nicht vorher schon die geometrischen Seitenlinien unseres

Quadrats uns als Eisenbahnschienen gedacht, die bis ins Unendliche fort-liefen, verfolgen wir diese einmal mit dem Sehstrahl und sehen, was dieser für einen Weg durch die Glastafel nimmt und wo er bleibt. Wir fangen an der Grundlinie der Glastafel an, hier liegt der Sehstrahl in der Grundlinie und dem Anfang der Seitenlinie zugleich, so wie der Strahl weiterrückt, beginnt er seinen Schnitt in der Bildebene, das geht in gerader Linie so fort, bis er an dem hinteren Eckpunkt des Quadrats ankommt; lassen wir den Sehstrahl nun auf die verlängert gedachte Seitenlinie weiter fortrücken, so wird er weiter und weiter in angenommener Richtung die Bildebene durchschneiden und denken wir uns dies bis ins Unendliche fortgesetzt, so muss er endlich dort mit seinem Schnitt in der Bildebene aufhören, wo er parallel mit der verfolgten Seitenlinie wird. — Da der Sehstrahl aber von unserem Auge ausgeht, so muss er, wenn er parallel mit der geometrischen Seitenlinie wird, rechtwinklig und normal wie diese die Bildebene durchschneiden, hier steht er nun fest, folglich muss hier alles Sichtbare, ja selbst alles Denkbare, aufhören und die perspectivische Linie hier verschwinden.

Indem wir mit dem Sehstrahl an der Linie entlang gefahren sind, kam es uns vor, als ob wir einen Gummifaden, der an unserem Auge befestigt ist, hierzu benützten, denn je weiter wir fortrückten, je länger wurde der Faden, bis er schliesslich unendlich lang und deshalb auch parallel mit der verfolgten Linie wurde. — Der Faden hat auf diese Weise einen Theil der Ebene durchlaufen, in welcher verfolgte Linie und Auge liegen, dabei hat er die Bildebene im Durchgange mit erstgenannter Ebene geschnitten.

Welch merkwürdige Uebereinstimmung finden wir hier, trotz der ganz anderen Richtung dieser Linie, mit der perspectivischen Zeichnung der Querlinien. Wurde durch eine dieser Linien als Basis und die beiden Sehstrahlen eine Ebene (Dreieck) umgrenzt gedacht, so lag die perspectivische Zeichnung dieser Querlinie auch im Durchgange der Bildebene mit dieser gedachten dreieckigen Ebene. — Andererseits blieb beim Fort-rücken der Querlinie der Sehwinkel auch, endlich in einer Linie zusammenfallend, dem Auge rechtwinklig gegenüberstehen. — Diese Linie muss daher eine sehr wichtige sein.

Wir denken uns noch viele Parallelen mit den Seitenlinien des Quadrats, nicht allein in der Grundlinie, sondern auf jeden Punkt der Tafel stossend, und jede dieser Linien verfolgten wir mit dem Sehstrahl, so finden wir, dass der Sehstrahl immer dort seinen Schnitt in der Bildebene beenden muss, wo er mit der verfolgten Linie parallel wird, und das geschieht immer nur in dieser einen Linie, welche parallel mit allen gedachten durch unser Auge liegt (S. 5. 6); diese Linie ist also gleichsam die Axe des ganzen Systems paralleler Linien, deshalb muss sie eine

bestimmte Benennung bekommen, wir nennen sie, weil sie normal auf die Bildebene stösst und derjenige einzige Sehstrahl ist, der auch zugleich dem ganzen Parallelsystem angehört, den:

„Normalstrahl“,

im Durchgange des Normalstrahls hören daher die perspectivischen Zeichnungen der Linien des normalen Parallelsystems auf. (S. 7.)

Ehe wir das System der normalen oder rechtwinklig auf die Bildebene stossenden Linien verlassen, wollen wir noch solche derselben betrachten, die in senkrechten Ebenen liegend gedacht werden können. — Einen neuen Pappdeckel, genau von der Grösse des hinter der Tafel gezeichneten Quadrats, auf welchem wir auch die senkrechte und horizontale Mittellinie zeichnen, stellen wir senkrecht auf die linke Seitenlinie des geometrischen Quadrats hinter der Tafel, so dass die vordere senkrechte Kante genau gegen die Glastafel, die hintere Ecke genau in den hinteren Eckpunkt des Grundquadrats zu stehen kommt. Um ihn festzustellen, kleben wir an der Rückseite ein kleines Dreieck von Pappdeckel an.

In dieser neuen senkrechten Ebene haben wir drei Linien, welche besagtem Parallelsystem angehören, nämlich die obere, die mittlere und untere horizontale Linie.

Diese senkrechte Seitenwand betrachten wir jetzt durch das Ocular und machen genau dort, wo der Sehstrahl, auf die hintere obere Ecke gerichtet, die Tafel durchdringt, einen Punkt, ebenso merken wir uns den Durchgang der Sehstrahlen nach dem Mittelpunkt in der oberen horizontalen Linie, und den nach dem Mittelpunkt der hinteren senkrechten Linie, sowie den Mittelpunkt des ganzen Quadrats auf der Glastafel an. Diese vorgemerkten Punkte verbinden wir, und zwar den oberen Eckpunkt zuerst mit dem hinteren Eckpunkt des perspektivischen Grundquadrats, und dann ziehen wir auch von ihm aus eine Linie durch den oben vorgemerkten Mittelpunkt nach vorne hin bis zum Rande, hernach stellen wir die senkrechte Mittellinie, welche bereits durch drei Punkte vorgemerkt ist, und ziehen zuletzt von dem Mittelpunkt der hinteren Linie durch den Mittelpunkt des Quadrats eine Linie nach vorne bis zum Rande.

Betrachten wir diese Zeichnung wieder durch das Ocular, so finden wir, dass die perspectivische Zeichnung die geometrische auf dem Pappdeckel vollkommen deckt.

Bei näherer Untersuchung finden wir, dass die obere und die Mittellinie genau in dem Durchgangspunkt des Normalstrahles sich vereinigen, weil sie dem in Rede stehenden Parallelsysteme angehören, ferner dass die beiden übrigen Linien genau senkrecht stehen und dass sie auch

genau dieselbe Länge haben als die mit ihnen correspondirenden Querlinien im unteren perspectivischen Quadrat.

Auf der rechten Seite der Glastafel können wir jetzt die gleiche perspectivische Zeichnung durch Construction finden. Wir stellen in dem hinteren Eckpunkt des perspectivischen Grundquadrats eine senkrechte Linie, machen diese genau so hoch als die gegenüberstehende, wodurch sie auch ebenso lang wird als die hintere im unteren Quadrat, ziehen durch den oberen Eckpunkt vom Durchgange des Normalstrahles aus nach vorne, stellen die senkrechte Mittellinie in den durch das Grundquadrat angegebenen Punkt, theilen die hintere Senkrechte in die Hälfte und ziehen vom Durchgangspunkt des Normalstrahls nach vorne. Letztere Linie liegt mit ihrer gegenüberliegenden in gleicher Höhe und Richtung und bleibt horizontal, weil die sämtlichen Mittelpunkte des stehenden Quadrats in gleicher Höhe mit dem Auge liegen.

Wir haben jetzt in unserer perspectivischen Zeichnung ein horizontales und zwei senkrechte Quadrate von gleicher Grösse, wir können das erstere als den Fussboden eines Zimmers, die beiden senkrechten als die Seitenwände desselben betrachten, verbinden wir nun noch die oben sich gegenüber liegenden Punkte durch horizontale Linien, so haben wir auch noch den Plafond dazu, in welchem wir noch durch Theilung der Querlinien und einer Linie nach dem Durchgangspunkt des Normalstrahls die fehlende Mittellinie finden können. Letztere liegt wieder mit ihrer im Grundquadrat correspondirenden in senkrechter Linie, weil die Mittelpunkte dem Auge normal gegenüber liegen.

Bei genauer Prüfung unserer Zeichnung können wir den Grundsatz aufstellen, dass: gleiche Grössen in gleichen Entfernungen gleich gross bleiben, so wie dass: senkrechte Linien in ihrer perspectivischen Zeichnung senkrecht und horizontale, sofern sie mit der Bildebene parallel sind, auch in ihrer perspectivischen Zeichnung horizontal und parallel mit der Grundlinie des Bildes bleiben. Ferner haben wir gesehen, dass, wie wir sie auch gefunden haben, die andern dem rechtwinkligen Parallelsystem angehörenden Linien sich alle im Durchgangspunkte des Normalstrahls vereinigen.

Die Linien der letzten Art liegen in horizontalen und senkrechten Ebenen, jedoch vier derselben, die vier Ecklinien, liegen in beiden zugleich, nämlich in den Durchschnittslinien beider Ebenen; denken wir uns diese Ebenen wieder wie Windmühlenflügel um ihre Axe, die Durchschnittslinie, gedreht, so können diese Durchschnittslinien wieder die Durchschnitte unendlich vieler Ebenen sein. In allen diesen Ebenen können wir uns wieder Parallelen mit dieser Axe denken. (S. 6.)

Auf diese Weise erhalten wir so viele Parallellinien, dass der ganze Raum damit angefüllt sein kann, und alle, wenn man mit jeder einzelnen

das Experiment mit dem Sehstrahl macht, werden in ihren perspectivischen Zeichnungen den Durchgang des Normalstrahls zum Vereinigungspunkt haben.

Der Punkt, in welchem der Normalstrahl die Bildebene durchdringt, gewinnt hierdurch eine so grosse Wichtigkeit, dass wir ihn mit einem eigenen Namen belegen müssen, und weil er gleichzeitig die Projection des Auges in der Bildebene ist, so nennen wir ihn: den

A u g e n p u n k t,

er ist also der Punkt des endlichen Verschwindens aller Linien, welche dem rechtwinkligen Parallelsystem angehören. (S. 8).

Das rechtwinklige Parallelsystem bietet für unsere ferneren Untersuchungen gegenwärtig nichts Besonderes mehr, wir verlassen es daher und wenden unsere Aufmerksamkeit anderen Linien zu, und zwar solchen, die weder parallel mit der Bildebene laufen, noch diese rechtwinklig schneiden; es sind solche, welche die Bildebene schräg durchschneiden, oder drücken wir uns umfassender aus, solche, welche die Bildebene nicht rechtwinklig durchschneiden oder auf dieselbe stossen.

Solcher Richtungen kann es wieder unendlich viele geben, so gut als es wieder der Ebenen unendlich viele geben kann, in denen sie liegen, daher muss es auch wieder unendlich viel solcher Parallelsysteme geben. — Wir lassen uns nicht irre machen, sondern suchen die Sache zu vereinfachen.

Wir sagen, vor allen Dingen wollen wir erst wieder solche Linien in horizontaler Ebene untersuchen. — Eine solche horizontale Ebene ist unser Quadrat, wie es hinter der Scheibe liegt; wählen wir daher eine schräge Linie aus, welche wir hier bequem zeichnen können.

Die allerbequemste und zweckmässigste ist die Diagonale des Quadrats, und nehmen wir die, welche von der vorderen Ecke links nach der hinteren Ecke rechts läuft, diese zeichnen wir mit Tusche in unser geometrisches Quadrat ein. Da wir noch zwei andere Diagonalen dieser Richtung haben, nämlich die des kleineren Quadrats links oben und diejenige desselben rechts unten, zeichnen wir diese beiden gleich mit ein.

Wollen wir die perspectivische Zeichnung dieser Linien finden, so ist das sehr einfach, diese muss ja, wie wir nun schon wissen, ebenfalls die entsprechenden Ecken in der perspectivischen Zeichnung verbinden, somit zeichnen wir gleich diese Linien auf die Glastafel ein. Diese drei Linien erscheinen uns in ihrer perspectivischen Zeichnung sich ebenfalls gegen einander neigend und wir vermuthen daher sogleich, dass sie sich ebenfalls in einem und demselben Punkt treffen werden. — Nachdem

wir diese drei Linien verlängert haben, finden wir, dass sich alle in einem Punkt treffen, der hart am Rande unsers Rahmens 18 cm vom Augenspunkt entfernt liegt. —

Diesen Umstand näher zu untersuchen, denken wir uns die mittlere grosse Diagonale wieder mit dem Sehstrahl verfolgt, wie wir das früher schon gethan haben, indem wir das Auge am Ocular festlegen. Der Sehstrahl setzt, fortwährend sich in schräger Richtung hebend, seinen Schritt in der Glastafel fort, er kann ihn aber nur so lange fortsetzen, wie wir gesehen haben, bis er mit der geometrischen Diagonale parallel geworden ist, hier hört alle fernere Bewegung auf. —

Ganz dasselbe Verhältniss muss es mit den kleinen Diagonalen sein und beide müssen in demjenigen Punkt endigen, in welchem der Sehstrahl mit ihnen parallel geworden ist. Dies muss aber mit allen Linien dieser Richtung der Fall sein, und wenn gleich wieder der ganze Raum mit solchen Linien angefüllt wäre.

Wir finden also wieder, wie beim rechtwinkligen Parallelsystem, dass diejenige Linie unseres neuen Parallelsystems, welche durch unser Auge liegt, in ihrem Durchgange in der Bildebene, den Punkt des endlichen Verschwindens aller Linien des ganzen Systems angiebt.

Diese Uebereinstimmung ist uns so interessant, dass wir zu untersuchen beschliessen, ob auch bei anderen Parallelsystemen der Punkt des endlichen Verschwindens aller dem Systeme angehörigen Linien, ebenfalls in der Bildebene dort liegt, wo diejenige Linie des Systems, welche durch unser Auge liegt, ihren Durchgang hat.

Zu dieser Untersuchung wählen wir eine Richtung in unserem Quadrate, die wieder schon durch festliegende Punkte angegeben ist, nämlich die der halben Diagonalen, d. h. vom vorderen Eckpunkt links nach dem Mittelpunkt der hinteren Querlinie, eine eben solche ist die vom Mittelpunkt in der Grundlinie nach dem hinteren Eckpunkt rechts.

Diese beiden Linien können wir in unserer Glastafel ebenfalls schon zeichnen durch die Verbindung der angegebenen Punkte. Nachdem dies geschehen, verlängern wir sie bis zu ihrem Zusammentreffen und finden einen Punkt, der 9 cm vom Augenspunkt entfernt liegt. Hierbei fällt uns auf, dass dieser Punkt gerade halb so weit vom Augenspunkt entfernt liegt als der erste, der 18 cm entfernt lag; er repräsentirt ja auch die Hälfte der schrägen Richtung der ersteren, ferner dass er mit dem Augenspunkt und dem erstgefundenen Punkt des Diagonalsystems in gleicher Linie liegt. — Nachdem wir aber diese Linien wieder mit dem Sehstrahl verfolgt denken, finden wir, dass es ja ganz natürlich ist, da diese Richtung wie die vorhergehende eine horizontale ist, folglich auch die Sehstrahlen bei der Verfolgung solcher Linien, wenn sie mit ihnen

parallel werden, in einer horizontalen Ebene, welche durch unser Auge liegt, stehen bleiben müssen.

Aus ganz denselben Gründen muss auch jede andere Richtung paralleler Linien in horizontalen Ebenen den Punkt ihres endlichen Verschwindens in der Höhe des Auges und des Augenpunktes haben, der je nach der Richtung der Linien rechts oder links vom Augenpunkt entfernt liegt, und alle diese Punkte müssen hier eine horizontale Linie bilden. (S. 8.)

Durch diesen letzten Erfolg unserer Bemühungen haben wir wieder 3 Factoren erhalten, die uns wichtig genug sind sie mit besonderen Namen zu belegen. Der erste war diejenige Linie eines Parallelsystems, welche durch unser Auge geht, und uns in ihrem Durchgange in der Bildebene den Sammelpunkt der perspectivischen Linien dieses Systems angab, der zweite dieser Sammelpunkt selber und der dritte diejenige Linie, welche in der Bildebene durch die Sammelpunkte aller möglichen anderen horizontalen Parallelsysteme entsteht.

Haben wir bei dem rechtwinkligen Parallelsysteme die in Rede stehende Parallele, Strahl, Normalstrahl genannt, so wollen wir für den Strahl anderer Systeme zum Unterschied die schon früher gewählte Benennung

„Parallelstrahl“

beibehalten. (S. 7.)

Der zweite der Factoren, der Durchgangspunkt des Parallelstrahls in der Bildebene, ist derjenige Punkt, nach welchem alle perspectivischen Linien des betreffenden Systems schwinden, wir könnten ihn Schwindungspunkt etc. nennen, aber das scheint uns nicht erschöpfend genug und noch keinen vollständigen Ruhepunkt zu bedeuten; weil aber alles Sichtbare, sei es auch nach unserem Ermessen schon sehr gross, hier ganz und gar „verschwindet“, so nennen wir auch diesen Punkt den:

„Verschwindungspunkt,“

sind doch die Planeten und Fixsterne sehr grosse Weltkörper und dennoch lässt ihre grosse Entfernung, nur bei ersteren und zwar auch nur durch Fernröhre, einen bemerkbaren Sehwinkel zu, die übrigen sind uns nur vermöge ihres Lichtes, selbst durch die Fernröhre, als Punkte sichtbar.

Der dritte der Factoren ist die Linie, welche in der Bildebene durch alle die möglichen Verschwindungspunkte horizontaler Parallelsysteme gebildet wird. Weil sie mit dem Auge in gleicher Höhe liegt, und der Durchgang, Durchschnittslinie, einer durch das Auge liegenden horizontalen Ebene ist, nennen wir sie den:

„H o r i z o n t,“

er giebt uns in der Bildebene die Höhe des beschauenden Auges an und in ihm liegt die Projection des Auges selbst. (S. 8.)

Von den Parallelsystemen, welche die Bildebene schneiden oder treffen, haben wir zwei untersucht, welche beide in horizontalen Ebenen lagen, die eine war eine normale, die andere eine nicht normale, es fällt uns noch eine Richtung auf, nämlich solche, die in Ebenen liegen, welche nicht normal auf der Bildebene stehen, und in ihrer Projection zur Bildebene sowohl als auch zur Grundebene eine Neigung zeigen, also doppelt geneigt sind. (S. 7.)

Doch bevor wir diese Gattung von Parallelsystemen genauer untersuchen, scheint es uns doch nöthig, die vorhergehenden, die schon eine einfache Neigung gegen die Bildebene haben, auch in senkrechter Ebene zu betrachten.

Auf unserem stehenden Pappdeckel zeichnen wir die geneigten Linien ein, welche wir zuletzt in dem Grundquadrat untersucht haben, nämlich die ganze Diagonale, von der oberen Ecke vorne nach der hinteren Ecke unten, ebenso die entsprechenden kleinen Diagonalen, von der Mitte vorne nach der Mitte unten, und von der Mitte oben nach der Mitte hinten, alsdann die halben Diagonalen von der oberen Ecke vorne nach der Mitte unten und von der Mitte oben nach dem hinteren unteren Eckpunkt.

Die horizontalen Linien dieser Seitenwand haben den Augenpunkt zum Verschwindungspunkt; wir wollen nun sehen, wie es sich mit den ganzen Diagonalen und den halben Diagonalen verhält. Nachdem wir die grosse Mitteldiagonale auf die Glastafel gezeichnet haben, verlängern wir dieselbe und stossen bald damit auf die Grundlinie der Glastafel und können also die Linie nicht weiter verfolgen. Wie sollen wir uns da helfen? — Wir sollten doch eigentlich diese Linie in derselben Ebene fortführen. — Es geht, wir rücken den Apparat hart gegen die Tischkante, so dass der vordere Deckel herunterhängt und auf diese Weise mit der Glastafel eine senkrechte Ebene bildet. — Nun verlängern wir die Linie weiter und kommen damit bis zur senkrechten Linie, die vorher die Projection des Normalstrahls war; hier halten wir ein, weil wir fühlen, dass wir an einer gewissen Grenze angelangt sein müssen. Um jetzt den Verschwindungspunkt festzustellen, ziehen und verlängern wir auch die beiden kleinen Diagonalen und treffen mit beiden in demselben Punkt ein, wir finden, dass er 18 cm vom Augenpunkt entfernt liegt.

Mit den beiden halben Diagonalen machen wir jetzt dasselbe Ex-

periment und treffen in einem Punkt zusammen, der noch auf der Tafel, 9 cm vom Augenzentrum entfernt liegt. Auch diese Punkte liegen in einer Linie mit dem Augenzentrum, und es kommt uns vor, als ist es ganz derselbe Fall, wie vorher im Horizont, nur dass die Linie, in welcher die Verschwindungspunkte liegen, vertical ist; wir drehen den Apparat auf dem Tisch herum, legen die Tafel nieder und siehe da, wir haben ganz unsere erste Zeichnung wieder; die verticale Linie ist Horizont geworden, der Verschwindungspunkt der ganzen Diagonale liegt wieder 18, der der halben 9 cm vom Augenzentrum entfernt.

Das ist eine sehr interessante Entdeckung; wir vermuthen, dass dies auch bei allen anderen Diagonalen der Fall ist, verlängern deshalb die untere halbe Diagonale, welche im senkrechten Quadrat von der unteren Ecke links nach dem Mittelpunkt der hinteren senkrechten Linie geht, und treffen in einen Punkt, der nach oben verlängerten neuen Horizontlinie, welcher hier 9 cm vom Augenzentrum entfernt liegt; jetzt müssen sich die anderen noch fehlenden auf der linken Seite und ganz oben, ebenso verhalten.

Wir haben nun ein Kreuz (S. 8. 9) durch den Augenzentrum erhalten, gebildet durch den Horizont und die durch den Augenzentrum und die zuletzt gefundenen Verschwindungspunkte bestimmte verticale Linie, zwei festliegende Linien, letztere nennen wir daher von nun an

„Verticale“;

auf diesen beiden Linien haben wir vier Punkte erhalten, welche alle 18 cm vom Augenzentrum entfernt liegen; es fällt uns auf, dass dies ja die Entfernung ist, welche wir zur Aufstellung des Oculars benutzt haben, also die Entfernung des Auges vom Bilde. Warum sind wir denn aber nicht mit dem unteren, 18 cm vom Augenzentrum entfernt liegenden Punkt auf den Fusspunkt des Auges gekommen? Wir überlegen, als die Tafel stand, lagen die 18 cm von der Grundlinie der Tafel entfernt gerechnet, nun legten wir beide Ebenen in eine, dadurch kam der Augenzentrum um 12 cm weiter und zog den Fusspunkt mit sich in die Höhe um 12 cm, so dass der Fusspunkt des Auges 6 cm von der Grundlinie zu liegen kam, und dies ist genau unser gefundener Punkt, zum Unterschiede auf unserem Apparat haben wir (S. 13) den Fusspunkt des Auges mit F benannt, den Abstand des Auges aber, den zweiten Punkt, nennen wir V .

Diese vier festen Punkte um das Auge herum, die alle den Abstand des Auges, die Distanz, bedeuten können, wollen wir mit dem Namen:

„Distanzpunkte“

belegen, und zwar die seitlichen, die wir mit D bezeichnen, und den unteren und oberen, die wir mit V bezeichnen wollen.

Wir erinnern uns, dass wir noch eine Gattung von Parallelsystemen, nämlich die doppelt geneigten, untersuchen wollen; da wir hierzu die Glastafel ablöschen müssen, scheint es uns zweckmässig, die Figur vorher auf Papier bringen zu müssen, damit sie uns nicht verloren gehe.

Wir nehmen ein gutes Schreibpapier von gewöhnlichem Format, falten den ganzen Bogen einmal zusammen und schneiden den zusammengelegten Kniff auf, 3—4 Bogen legen wir so vorbereitet zusammen und heften es, somit erhalten wir ein längliches Format $16\frac{1}{2}$ —17 cm hoch und 21 — $21\frac{1}{2}$ cm breit.

In dieses Format suchen wir die Ansicht unseres Apparates d. h. die Tafel so einzupassen, dass beide Distanzpunkte noch darauf vermerkt werden können, ebenso der untere Distanzpunkt *V*.

Zu diesem Zwecke ziehen wir $1\frac{1}{2}$ cm entfernt von der unteren Kante des Blattes eine Parallele mit dieser, legen auf dieselbe 18 cm so, dass auf jeder Seite bis zum Rande gleichviel Raum bleibt, merken die ganzen sowie die halben Centimeter auf dieser Linie an, so erhalten wir 36 Theile, so viel als der Raum von Distanzpunkt zu Distanzpunkt an unserem Apparat an Centimetern nachweist, bezeichnen den Mittelpunkt beim 9. cm mit *0* und schreiben dann nach jeder Seite hin die Benennungen der einzelnen Theile von 1 bis 18, stellen dann in *0* eine senkrechte Linie, deren unteres Ende bei *0* wir ausserdem noch mit *V* benennen, d. h. Verticale (unterer Distanzpunkt); von diesem Punkte aus legen wir 18 verkleinerte Centimeter nach oben und bekommen hier den Horizont mit dem Augenpunkt, den wir mit *A* bezeichnen. Auf dem Horizont messen wir vom Augenpunkt aus nach jeder Seite 18 Teile ab und erhalten die Distanzpunkte, welche wir *DD* bezeichnen*).

Jetzt liegen die Punkte *VDD* gleichmässig auf der Fläche unseres Papiers vertheilt und wir können nun zur Anlage unseres Bildes schreiten. Die Grundlinie liegt 12 Theile von *A* entfernt unter dem Horizont, parallel mit diesem, wir zeichnen sie und legen auf dieselbe zu jeder Seite der Verticale 12 Theile, nennen den linken Endpunkt *a* und den rechten *b*.

Die Vorbereitungen zur Construction unserer Zeichnung sind jetzt getroffen und wir beginnen, indem wir von *a* und *b* Linien nach dem Augenpunkt *A* ziehen; diese Linien bedeuten die Seitenlinien des Quadrats, wie sie es auf der Glastafel thun; die hintere Ecke können wir nun durch die Diagonale (den Sehstrahl) bestimmen, d. h. wenn wir, wie wir auf der Glastafel gefunden, vom Punkte *D* rechts aus nach dem Punkt *a* ziehen. Andererseits können wir auch umgekehrt von *a* nach *D* rechts

*) Sollte es gewünscht werden, grössere Zeichnungen zu erhalten, so kann man den Masstab nach obiger Angabe in beliebiger Vergrösserung anwenden.

ziehen, in jedem Falle ist es die perspectivische Diagonale, und schneiden die rechte Seitenlinie in einem Punkt, der die hintere Ecke des perspectivischen Quadrats angeben muss; diesen Punkt nennen wir c , legen durch ihn eine Parallele mit dem Horizont bis zur linken Seitenlinie, nennen diesen Punkt d und wir haben den perspectivischen Umriss des Quadrats vollendet, in welchem sich schon die Diagonale befindet.

Auf der Glastafel haben wir nur diese eine Diagonale, hier, wo wir es bequemer haben können, legen wir auch die andere Diagonale durch die Verbindung der Punkte b und d , die Verlängerung dieser Linie trifft genau in den Distanzpunkt D links.

Die Umrisse des perspectivischen Quadrats, sowie die beiden Diagonalen innerhalb desselben ziehen wir mit Tusche aus, dahingegen punktiren wir für die Verlängerungen nach D und A . Auch den Horizont zwischen D und D punktiren wir, ebenso die Verticale von V nach A und darüber hinaus.

Durch den Kreuzungspunkt der Diagonalen liegt die mittlere Querlinie des Quadrats, diese ziehen wir parallel mit dem Horizont von Seite zu Seite, nennen den Punkt links e und den rechts f . Die Endpunkte der kleinen Diagonalen sind jetzt bestimmt, in der unteren Grundlinie und hinteren Querlinie giebt sie der Durchgang der Verticale an, wir nennen diesen Punkt in der Grundlinie g und in der hinteren Querlinie h . Die Verbindung von ge , eh , hf und fg giebt nun diese kleinen Diagonalen, die wir ebenfalls mit Tusche ausreissen; wir sehen, dass sie ebenfalls die Distanzpunkte zu Verschwindungspunkten haben, und zwar eh und gf den Distanzpunkt rechter Hand und ge und fh den linker Hand. Diese gedachten Verlängerungen ziehen wir aber nicht.

Auch die halben Diagonalen ziehen wir jetzt durch die Verbindungen von ah , bh , gd und gc . Wir finden durch Verlängerung dieser Linien, dass immer je zwei im Horizont denselben Verschwindungspunkt haben, nämlich gd und bh links 9 Theile vom Augenpunkt und ah und gc 9 Theile rechts von demselben. Wir sehen, dass diese Punkte nur für diesen Fall festliegen, als halbe Diagonalen, sonst aber hängen sie von der Richtung der Linien ab und sind daher zufällig, deshalb benennen wir sie xx und legen ihnen den Namen

„Accidentalpunkte“

bei. Wir sehen, dass, wenn wir die Linie dh noch einmal theilen würden und durch diesen Punkt von a aus bis zum Horizont ziehen, wir wieder einen Accidentalpunkt für diese neue Richtung erhalten würden, der wieder in der Mitte zwischen a und x liegen müsste. — Alles was innerhalb des Quadrats an bestimmten Linien vorgerissen ist, ziehen wir fest aus, während wir die Verlängerungen bis zum Horizont nur punktiren.

Mit dem Grundquadrat sind wir fertig und gehen daher an die Construction des senkrechten Seitenquadrats. Wir stellen, wie vorher auf der Glastafel, im Punkte d eine Senkrechte und machen sie so hoch, wie dc breit ist, nennen diesen oberen Punkt i und ziehen durch ihn eine Linie vom Augpunkt aus nach vorne, bis wir eine Senkrechte, die wir in den Punkt a stellen, treffen; diesen Punkt nennen wir k , er ist der obere linke Eckpunkt. Eine Senkrechte in e giebt die Mittellinie, deren oberen Punkt wir l nennen. Auch die Durchgänge des Horizonts in den Senkrechten nennen wir über a , m , über e , n und über d , o . Ziehen wir jetzt die ganzen Diagonalen lo , kd und me , so finden wir, dass diese ihren gemeinsamen Verschwindungspunkt in V , dem unteren Distanzpunkt, haben, verlängern aber nur die grosse Mitteldiagonale kd bis nach V . Die halben Diagonalen ko und md , die wir bis zur Verticale verlängern, geben auf dieser wieder den Punkt x an. Wir ziehen nun noch die halbe Diagonale ao und finden durch deren Verlängerung den Punkt x oben in der verlängerten Verticale. Alles innerhalb Liegende ziehen wir fest aus, während wir das Aeussere nur punktiren.

In dieser Zeichnung sehen wir ganz deutlich, wie genau alles gestimmt hat und wie alles sozusagen von selbst kommt. Den übrigen Theil der Zeichnung, welche wir auf der Glastafel haben, halten wir für überflüssig, da er ebenso ist, und lassen ihn der Klarheit der Zeichnung wegen fort. Diese erste Zeichnung bezeichnen wir mit der Ordnungs-Nr. I und merken darauf, wie auf allen folgenden, die Seitenzahl des Textes.

Da wir jetzt die Glastafel abwischen können, schreiten wir zur Untersuchung des schon mehrfach angeregten Parallelsystems doppelt geneigter Linien.

Solcher Linien giebt es nun wieder Legionen, da der ganze Raum der Kreuz und Quer damit angefüllt sein kann, um aber Ordnung in dieses Kreuz und Quer zu bringen, legen wir wieder, wie vorher, diese Linien in gewisse Ebenen. — Wir kommen auf den Gedanken, unseren senkrecht stehenden Pappdeckel mit dem Quadrat auch hierzu zu benutzen, es sind darauf schon einfach geneigte Linien gezeichnet, geben wir ihm eine Neigung gegen die Bildebene, so haben wir auch doppelt geneigte Linien. (S. 7.)

In der Grundebene hinter der Tafel haben wir auch verschiedene Linien, welche eine Neigung gegen die Bildebene haben, das sind die Diagonalen, die ganzen und die halben; wählen wir eine Richtung, welche dazwischen liegt; eine solche, die für unsern Zweck passend erscheint, wollen wir durch eine Neigung von 56 Grad gegen die Grundlinie bestimmen. Diesen Winkel von 56 Grad legen wir in dem geometrischen Quadrat hinter der Glastafel an den linken Eckpunkt der Grundlinie,

(den wir in unserer Zeichnung mit a bezeichnet haben) und verlängern den Schenkel bis zur hinteren Querlinie des Quadrats, dort treffen wir etwa $3\frac{1}{2}$ cm von der Mittellinie rechts ein. Auf diese Linie, als Grundlinie, stellen wir unseren Pappdeckel, so dass die vordere senkrechte Kante dicht gegen die Glastafel liegt, den Punkt, wo die hintere senkrechte Kante die Grundlinie trifft, bezeichnen wir mit X . Nachdem wir unser Ocular aufgestellt haben, visiren wir auf den Punkt X und machen, wo der Sehstrahl die Glastafel durchdringt, wie früher, mit der grössten Vorsicht einen Punkt; ist das geschehen, nehmen wir den stehenden Pappdeckel fort, legen die Tafel nieder und ziehen auf unserer Scheibe die Linie vom linken Eckpunkt der Grundlinie durch den angemerkten Punkt bis zum Horizont, der, wenn er mit fortgewischt sein sollte, sich entweder doch noch am Rahmen markirt, andererseits liegt, er wie wir wissen, 12 cm über der Grundlinie, hier treffen wir zufällig 12 cm vom Augpunkt entfernt an; den Augpunkt haben wir zwar nicht in der Tafel angegeben, wenn er nicht von früher noch steht, wir können aber diese Entfernung in der Grundlinie des Bildes messen, indem wir von dem gefundenen Punkt im Horizont eine Senkrechte bis zur Grundlinie ziehen, diese trifft zufällig in die Seitenlinie des Grundquadrats, daher wissen wir, dass dieser Punkt 12 cm von der Projection des Normalstrahls entfernt liegt. Den nun gefundenen Punkt nennen wir y .

Zur Probe, ob die Linie, welche wir auf der Tafel gezogen haben, recht ist, stellen wir den Apparat wieder zusammen und blicken durch das Ocular. Unsere Grundlinie des stehenden Quadrats können wir hier sehr genau sehen, denn es ist die Durchschnittslinie der Grundebene mit der darauf stehenden Senkrechten; wir finden, dass wir sie genau getroffen haben. Damit wir die beiden senkrechten Linien sehr genau bekommen, machen wir für jede zwei Punkte, den einen in der Grundlinie der stehenden Ebene, den anderen unter oder über den Horizont.

Nach dieser Arbeit legen wir die Tafel wieder nieder und ziehen die Senkrechten. Da wir nach unseren an der letzten Zeichnung gemachten Erfahrungen wissen, dass wir den übrigen Theil der Figur durch Construction finden können, so construiren wir getrost weiter. Wir nehmen den Zirkel, legen die Entfernung vom Horizonte bis zum hinteren Eckpunkt auf die hintere senkrechte Linie nach oben, und ziehen durch diesen Punkt vom Accidentalpunkt y eine Linie nach vorne bis zum oberen Rande der Glastafel; da diese nicht ausreicht, ergänzen wir die Ecke auf dem Pappdeckel mit Bleistift.

Alle Punkte für die Diagonalen sind jetzt vorhanden, wir legen zuerst die grosse mittlere vom höchsten Punkt links bis zur Ecke rechts unten, dann die kleinen Diagonalen zwischen den Mittelpunkten der äusseren Seiten, zuletzt die halben Diagonalen vom obersten Eckpunkt links bis

zur Mitte in der unteren Linie und den obersten Mittelpunkt nach dem unteren Eckpunkt rechts. Die Zeichnung ist fertig.

Wir stellen den Apparat wieder zusammen und betrachten unsere perspectivische Zeichnung durch das Ocular; zu unserer Befriedigung sehen wir, dass wir ganz richtig gezeichnet haben.

Obgleich diese Zeichnung eine ganz andere als unsere erste, finden wir doch einen merkwürdigen Zusammenhang zwischen beiden, wir können diesen Zusammenhang zwar augenblicklich nicht finden, machen uns aber allen Ernstes daran, ihn zu suchen. — Das erste war, dass wir den Verschwindungspunkt, den Accidentalpunkt, wie wir ihn bei abweichenden oder geneigten Linien nennen, auf dieselbe Art gefunden hatten, ja ihn finden mussten, weil der Gesichtsstrahl, auf der neuen Linie entlang laufend, diesen und keinen anderen Schnitt in der Bildebene machen konnte.

Bei dem rechtwinkligen Parallelstrahl lag der Verschwindungspunkt in der Mitte, er lag im Durchgange des Normalstrahls, dieser Normalstrahl war aber dem ganzen Liniensystem parallel; da dieses rechtwinklig, so musste auch diejenige Linie des ganzen Systems, welche durch unser Auge liegt, rechtwinklig oder normal auf die Bildebene stossen.

Sollte hier nicht ein ähnlicher Fall obwalten? — Wir denken uns die Verbindung des Accidentalpunktes y mit dem Ocular, diese Linie läuft in der Luft, wir können sie nicht sehen, wie machen wir sie sichtbar? ganz einfach, ebenso wie wir den Normalstrahl sichtbar gemacht haben, nämlich im Grundrisse; wir verbinden daher den Punkt, in welchem die Senkrechte vom Accidentalpunkt niedergezogen die Grundlinie getroffen hat, mit dem Fusspunkt F des Auges. Diese Linie ist nun parallel mit der unsichtbaren Linie, die unsichtbare Linie aber soll der Parallelstrahl des ganzen Systems sein.

Um uns zu überzeugen, legen wir den Winkelmesser an den Fusspunkt des Auges so, dass 90° gerade auf die Mittellinie der Projection des Normalstrahls zu liegen kommt, und lesen nun, dass der Winkel, welchen unsere Linie mit der Mittellinie macht, 34° beträgt, sein nebenliegender Winkel, die Ergänzung zum Rechten, aber 56° hat. Ganz so verhält es sich aber mit unserer hinter der Tafel angelegten Linie, diese legten wir gegen die Grundlinie unter einem Winkel von 56° an, folglich ist die unsichtbare Linie der Parallelstrahl des ganzen Systems und der Verschwindungspunkt liegt also wieder da, wo dieser Parallelstrahl die Bildebene durchdringt. —

Nachdem wir hier unsere Befriedigung erreicht haben, wollen wir auch die Verschwindungspunkte der anderen doppelt geneigten Linie aufsuchen. Wir legen den Apparat nieder und bringen dadurch die Bildebene in die Grundebene. Zuerst verlängern wir die mittlere Diagonale, welche vom oberen Eckpunkt links nach dem unteren Eckpunkt rechts

läuft, über die Glastafel fort, wo unser Bleistift nicht angiebt, auf die vordere Grundebene. Auf dieselbe Weise verlängern wir auch die kleinen Diagonalen, und finden, dass sie sich in einem Punkt treffen, der $21\frac{1}{3}$ cm vom Horizont entfernt liegt. Dasselbe Experiment machen wir mit den anderen, den halben Diagonalen, und sehen, dass wir den Punkt nicht mehr auf dem Pappdeckel erhalten, wir sind nicht in Verlegenheit, legen ein Stück Papier unter und finden nun einen Punkt, der wieder $21\frac{1}{3}$ cm weiter vom ersten entfernt liegt.

Ganz derselbe Fall war es aber auch in der vorigen Zeichnung; der Verschwindungspunkt der ganzen Diagonalen lag 18 cm vom Augenpunkt entfernt, der der halben 9, nur dass die halben Diagonalen einen näheren Verschwindungspunkt hatten als die ganzen, wir sehen aber nach einem Blick auf die erste Zeichnung, dass die halben Diagonalen einen stärkeren Neigungswinkel gegen die Glastafel haben, als die ganzen; hier ist es umgekehrt, die ganzen haben einen stärkeren Neigungswinkel als die halben, daher verhalten sich auch ihre Verschwindungspunkte umgekehrt.

Es fällt uns nur noch auf, dass die Verschwindungspunkte, die wir soeben gefunden haben, scheinbar in der Fortsetzung der vom Accidentalpunkt auf die Grundlinie niedergezogenen Linie liegen, wir verlängern daher diese Linie und wirklich sie trifft durch beide Punkte, diese neue Linie läuft auch mit der Mittellinie parallel.

Ueber diese neue Bemerkung nachdenkend, kommt es uns ganz natürlich vor, lagen doch bei der ersten Zeichnung die Verschwindungspunkte der Diagonalen in der Verticale, und diese Verticale durchgehend gedacht, war gleichsam der Horizont der senkrechten Ebene, in welcher die Diagonalen lagen; diese senkrechte Ebene mit der Diagonale haben wir aber, senkrecht bleibend, nur fortgerückt, folglich musste auch der Horizont mit allen darin liegenden Punkten in gleichem Maasse fortrücken, aber der Verticale parallel bleiben.

Wir finden noch eine Uebereinstimmung, nämlich diese: Der Horizont überhaupt liegt parallel mit der Grundlinie der Tafel, die Tafel steht auf einer horizontalen Ebene und die Horizontebene, in welcher das Auge liegt, ist parallel der Grundebene, die Grundlinie des Bildes ist aber die Durchschnittsline der Bildebene mit der horizontalen. Im neuen Fall haben wir eine senkrechte Grundebene, nämlich den senkrechtstehenden Pappdeckel, dieser hat gegen die Tafel eine senkrechte Durchschnittsline und mit dieser Durchschnittsline liegt wieder unser neuer Horizont parallel.

Wir sehen, dass wir so viel mit Horizonten zu thun haben, und wollen daher, um Missverständnissen oder Verwechslungen vorzubeugen, nur den Horizont der horizontalen Ebene Horizont nennen, alle andern Horizonte aber wollen wir zum Unterschiede von diesem

„Grenzlinien“

nennen, und alle Grenzlinien liegen, ebensowohl wie der Horizont parallel mit der Grundlinie des Bildes als Durchschnittslinie der horizontalen Grundebene und der Bildebene liegt, ebensowohl liegen die Grenzlinien parallel mit den Durchschnittslinien ihres Ebenensystems in der Bildebene.

Wir betrachten unsere Zeichnung nochmals genau, ob uns denn gar nichts mehr auffällt, was Aehnlichkeit mit der früheren Zeichnung haben könnte, wir finden es nicht — doch ist uns an der ersten Zeichnung aufgefallen, dass Punkt *V* in der Verticale gleich weit wie die Distanzpunkte vom Augenpunkt entfernt lag; der Augenpunkt war aber der Verschwindungspunkt des normalen Parallelsystems und die Verticale, ehe die Tafel niedergelegt war, die Projection des Normalstrahls. Sollte sich hier nicht etwas Aehnliches verhalten? wir stellen den Apparat wieder zusammen und denken über den Parallelstrahl, der vom Ocular nach dem Accidentalpunkt *y* in der Luft läuft, weiter nach — diesen Parallelstrahl haben wir schon in der Grundebene sichtbar gemacht und können hier die Entfernung des Auges vom Verschwindungspunkt unseres neuen, in Rede stehenden Liniensystems genau messen, es sind $21\frac{1}{3}$ cm, ebenso weit, $21\frac{1}{3}$ cm, fanden wir aber den Verschwindungspunkt der ganzen Diagonalen, als die Tafel umgelegt war; diese neue Entfernung des Auges vom Verschwindungspunkt, dem Accidentalpunkt, verhält sich also ganz ebenso, wie beim rechtwinkligen Liniensystem, dort gab sie den Verschwindungspunkt der Diagonalen an, hier auch, es ist also die Distanz für die geeignete Ebene. —

Da uns nun nichts mehr an unserem Arrangement auffällt, so beschliessen wir, dasselbe in unser Heft einzuzichnen.

Wir haben diesmal eine Figur erhalten, die uns einige Schwierigkeiten hinsichtlich der Aufnahme in unser Buch macht, sie will, der nach oben und unten fernliegenden Verschwindungspunkte wegen, sich nicht schicken, unser Blatt ist zu klein. Wir messen die Entfernung der beiden weitliegendsten Punkte, den hinter der Tafel mit *X* benannten vor dem weitliegendsten vorne, und finden diese Entfernung 60 und einige cm; haben wir schon einmal unsere vordere Grundebene verlängern müssen, indem wir ein Stück Papier unterschoben, so können wir hier dasselbe thun. Zwei Blätter der Höhe nach reichen aus, wie wir nach unserem kleinen Masstab finden. Wenn wir einen Viertelbogen von dem Papier unseres Buches unten ansetzen, so erhalten wir Raum genug, die neue Zeichnung aufzunehmen. — Wir brechen einen Bogen Papier zusammen, so, dass wir Quartformat erhalten, ein Blatt davon schneiden wir an der kurzen Seite auf, lassen aber an der langen Seite einen guten halben Centimeter behufs des Anklebens stehen, bestreichen diesen Streifen mit Gummiarabicum und legen ihn so gegen die untere Kante unseres Blattes im

Buche, dass er sich an der Rückseite des Blattes befestigt, so können wir später diese Vergrößerung auf das Blatt zurückklappen und das Buch schliessen.

Der Horizont der Zeichnung liegt nun da, wo er hintrifft, wenn die Tafel niedergelegt wird, also etwa 20 cm von dem hinteren Punkt X , in welchem die hintere Ecke der Seitenwand in unserem Arrangement steht, wir geben nur noch so viel zu, dass dieser hintere Punkt genügend vom Rande entfernt bleibt. Vom oberen Rande des Blattes legen wir daher $22\frac{1}{2}$ cm des verkleinerten Massstabes, und ziehen hier den Horizont, in dessen Mitte wir den Augenpunkt A legen. Die Seiten- und die untere Distanz arrangiren wir genau so, wie in der vorigen Zeichnung, und benennen sie auch so, ebenso umrahmen wir das Bild, wie in der vorigen Zeichnung und nennen die Grundlinie ab .

Zuerst haben wir die perspectivische Grundlinie unserer hinter dem Bild aufgestellten senkrechten Ebene zu suchen; wir wollen nicht den bereits gefundenen Accidentalpunkt im rechten Rande der Tafel geradezu dorthin legen, sondern wir wollen, da wir uns von nun an mit der Construction beschäftigen, diesen Punkt durch solche finden.

Wir wissen, dass die gesuchte Linie eine Neigung von 56° gegen die Bildebene hat, diese Neigung muss uns auch den Verschwindungspunkt finden lassen. In unserer Raumconstruction haben wir gefunden, dass der Parallelstrahl, der durch unser Auge geht, in seinem Durchgange in der Bildebene genau den gesuchten Punkt angab, also müssen wir den Punkt auch durch Construction finden können. In der That aber haben wir schon diese Construction in der vorderen Grundebene ausgeführt, es ist die Linie, welche vom Fusspunkt des Auges F auf den Fusspunkt des gesuchten Verschwindungspunktes in der Grundlinie der Tafel gezogen ist, es war die Projection des Parallelstrahls; wir legten damals schon den Winkelmesser an den Fusspunkt des Auges. — In unserem vorliegenden Arrangement legen wir daher den Neigungswinkel von 56° an den Punkt V , der das Auge selbst in der Horizont-Ebene bedeutet, wir erinnern uns, dass ja die Entfernung VA die nach unten niedergelegte Distanz war, mithin der Horizont DD die Projection des darin stehenden Bildes repräsentiren muss. In unserer vorliegenden Zeichnung ist die Grundlinie des Bildes aber in die Linie ab gelegt, somit haben wir, ohne dass wir es merkten, das stehende Bild in die Ebene des Horizonts (Papiers) gebracht, indem wir es um den Horizont als Axe drehten.

Hierüber klar geworden, kehren wir zu unserer Construction zurück. An den Punkt V legen wir den Winkel von 56° in der Art an, dass wir durch den Punkt V eine kleine Parallele mit dem Horizont legen, an diese legen wir den Winkelmesser mit der Grundlinie, den Kerb an Punkt V , die Zahl 90 auf die Verticale; nun zählen wir von rechts unten

herauf 56° ab, merken uns den Punkt an, und ziehen von V durch ihn bis zum Horizont, den hier gefundenen Punkt nennen wir y . Damit wir behalten, dass der Winkel 56° unterhalb dieses Schenkels liegt, schreiben wir in die Winkelecke an dem Punkt V die Zahl 56° ein. Der Punkt y fällt senkrecht über den Punkt b , also in den rechten senkrechten Rand des Bildes, wie auf der Glastafel. — Wir ziehen nun die Linie ay als die gesuchte perspectivische Linie.

In letzterer Linie haben wir den hinteren Eckpunkt des stehenden Quadrats zu bestimmen, dies wollen wir gleichfalls wieder durch Construction finden. — Wir betrachten unseren neben uns stehenden Apparat und erinnern uns, wie wir den Punkt dort gefunden hatten, wir hatten die Stelle, wo der Sehstrahl die Bildebene durchdrang, durch ein Pünktchen in derselben angegeben, sollten wir das nicht hier ebenso machen können? — In der Luft können wir nicht construiren, wir müssen den Sehstrahl in der Ebene des Papiers aufsuchen und den können wir in seiner Projection finden; diese Projection haben wir in unserem Apparat nicht gebraucht, sie muss aber von dem hinteren Eckpunkt der schrägen Linie, den wir dort mit X benannt haben (unsere Pappdeckelecke steht darin), nach dem Fusspunkt des Auges F laufen. Wir legen die Tafel nieder, können den Punkt X genau durch das Glas sehen und ziehen von ihm nach dem Fusspunkt des Auges F eine Linie mit Bleistift, dieser fängt erst dort an anzugeben, wie er vom Glase auf den Pappdeckel kommt, hier schneidet die Projection die Grundlinie des Bildes und genau senkrecht über diesem Punkt liegt auch der gesuchte Eckpunkt.

Durch diesen praktischen Beweis beruhigt, stellen wir den Apparat wieder zusammen, und machen auf unserer Zeichnung dasselbe Experiment. Wir legen an den Punkt m , im Horizonte der vorigen Zeichnung, in unserer jetzigen den Neigungswinkel von 56° , dieser Punkt m repräsentirt den linken Eckpunkt der Grundlinie im Apparate, an welchem wir auch den Winkel von 56° gelegt hatten, den Schenkel dieses Winkels machen wir so lang, als die Grundlinie des Bildes ist, nämlich die Linie ab , den gefundenen Punkt nennen wir X' , er repräsentirt den Punkt X auf dem hinteren Grundpappdeckel, beim Punkt m schreiben wir wieder die Grösse des Winkels, nämlich 56° , ein. Ziehen wir nun die Projection des Sehstrahls VX' , so schneiden wir die Grundlinie des Bildes, d. h. den Horizont in einem Punkt unweit des Augenpunktes rechts, diesen Punkt benennen wir c . Wie im Apparat, muss senkrecht über diesem Punkt der gesuchte hintere Eckpunkt liegen; da aber der Horizont die Grundlinie des Bildes repräsentirt, so müssen wir diese Senkrechte nach unten ziehen und die Linie ay schneiden, um den hinteren Eckpunkt zu finden, den wir nun mit d benennen. Die zuletzt gezogene Senkrechte (Parallele mit der Verticale) repräsentirt aber die hintere senkrechte Seite unseres stehenden

Quadrats; deshalb verlängern wir sie auch über den Horizont in gleicher Länge wie cd und nennen diesen Punkt e , eine Linie von x durch e vollendet mit einer Senkrechten durch m den äusseren Umriss des perspectivischen Quadrats, dessen oberen Punkt wir f nennen.

Zur inneren Ausführung schreitend, ziehen wir die grosse Diagonale fd , diese schneidet den Horizont in einem Punkt, den wir g nennen, hier muss die mittlere Senkrechte stehen, welche wir unten mit h , oben mit i benennen. Nun sind noch die kleinen Diagonalen mh und ic zu ziehen, ebenso die halben fh und id und die perspectivische Zeichnung ist fertig.

Wir machen uns jetzt an die Verfolgung der perspectivischen Linien, um zu sehen, ob die gefundenen Punkte auch mit denen auf der Grundebene in unserem Apparat übereinstimmen.

Die Verlängerungen der grossen Diagonale, sowie die der kleinen mh und ic treffen in einem Punkt zusammen, den wir z benennen. Die Verlängerung der halben Diagonalen fh und id treffen in einem Punkt zusammen, den wir z' nennen; beide letztgefundenen Punkte liegen mit y in einer senkrechten Linie, in der auch der Punkt b des Apparats liegt, messen wir jetzt die Entfernungen yx und zz' , so finden wir, dass sie gleich, nämlich jede $21\frac{1}{3}$ Masstheile haben. Wir ziehen jetzt das perspectivische Quadrat mit Tusche fest aus, ebenso die in demselben liegenden Linien, auch die Grundlinie ab , während wir die übrige Construction nur leicht punktiren.

Es stimmt alles wieder, wie wir es in unserem Apparat gefunden haben und wir sehen in unserer Zeichnung die parallele Richtung der geometrischen Grundlinie my' mit der Projection des Parallelstrahls VX ganz genau.

Bei einem Rückblick auf die Linien, mit denen wir uns bisher beschäftigt haben, erscheint es uns, als ob wir alle vorkommenden Richtungen erhalten hätten, wenn wir auch nicht alle als Parallelsysteme betrachteten, sondern die Verschwindungspunkte der meisten Richtungen nur durch Verfolgung der Linien kennen lernten.

Die Richtungen waren: zuerst das normale Parallelsystem, dessen Verschwindungspunkt der Augpunkt war, dann ein horizontales Parallelsystem, dessen Neigung 56° war; ersteres haben wir in horizontaler, sowie in verticaler Ebene betrachtet, und es kamen, da wir in beiden Ebenen eine Figur zeichneten, schon Linien anderer Systeme vor, die aber immer nur eine einfache Neigung gegen die Bildebenen hatten, ihre Projectionen in der Bildebene blieben bei dem in horizontaler Ebene parallel mit dem Horizont, und bei dem in verticaler Ebene parallel mit der Verticale.

Im zweiten horizontalen Parallelsystem, dessen Verschwindungspunkt ein Accidentalpunkt, der Punkt y , war, kamen aber Linien vor, die eine

doppelte Neigung gegen die Bildebene hatten, ihre Projectionen sind in der Grundebene sowohl als in der Bildebene geneigte Linien. —

Ueber die Verschwindungspunkte solcher doppelt geneigter Linien wollen wir uns ebenfalls Rechenschaft geben können.

Die Linien mit doppelter Neigung in der letzten Zeichnung sind die Diagonalen, die ganzen sowohl als die halben, sie haben sämmtlich die Grundlinie der senkrechten Ebene, in der sie liegen, zu ihrer Projection und diese Projection hat schon in der Grundebene eine einfache Neigung gegen die Bildebene, die zweite Neigung zeigen die Diagonalen zur Bildebene, zu der sie sich alle oben hin neigen.

Nach unserer Erfahrung muss der von je einer Richtung durch das Auge laufende Parallelstrahl in seinem Durchgange in der Bildebene (verlängerten Bildebene) den Verschwindungspunkt der entsprechenden Richtung angeben. Wir haben diese Verschwindungspunkte bald und einfach, aber auf umgekehrtem Wege gefunden, — wir sind von den bereits gezeichneten perspectivischen Linien, die wir schon hatten, ausgegangen, wir sollen aber jetzt diese Verschwindungspunkte zuerst finden, und zwar zu Linien, die wir im Bilde noch nicht haben.

Um uns die Richtungen der Parallelsysteme denken zu können, stellen wir den Apparat mit der Grundlinie der Tafel genau auf die Kante des Tisches, so dass die vordere Grundebene senkrecht herunter hängt und mit der Bildebene in eine senkrechte Ebene gebracht ist, die andere Grundebene bleibt horizontal, das Ocular ist nun natürlich von seiner Stelle verschwunden, aber denken wir es uns noch an seiner alten Stelle, so haben wir die Durchgangspunkte z und z' in der nun verlängerten Bildebene und die Richtungen der dazu gehörigen Parallelstrahlen sind wieder geometrisch parallel mit den dazu gehörigen Linien auf dem stehenden Pappdeckel. Diese Parallelstrahlen haben ebenfalls eine doppelte Neigung zur Bildebene und um sie zu bestimmen, brauchen wir daher ebenfalls zwei Projectionen, die eine in horizontaler, die andere in verticaler Ebene.

Es bleibt uns nichts anderes übrig, als diese Projectionen in solche Ebenen zu verlegen, die wir theils in der Bildebene haben, theils dahin zurücklegen können. Eine davon haben wir, durch das Herunterhängen der vorderen Grundebene, soeben in die Bildebene zurückgelegt, es ist Projection des Parallelstrahls, die Linie Fb , sie ist nur, wie wir wissen, um das Stück vom Horizont bis zur Grundlinie tiefer gerückt, rücken wir sie wieder um das Stück höher, also bis an den Punkt V , so trifft sie genau in den gesuchten, auf der Tafel bereits vorhandenen Accidentalpunkt y ein. Denken wir uns die Verticale vom Augenpunkt bis V im Augenpunkt horizontal (normal) aufgerichtet, so liegt die Projection dieses Parallelstrahls in der Horizontebene. (S. 17.)

Die zweite verticale Ebene, in der wir die verticale Projection der Neigung zu suchen haben, muss diejenige Ebene sein, welche durch die Projection des Parallelstrahls liegt, wenn dieser in die Horizontebene gebracht ist, er läuft im Raume vom wirklichen Auge nach dem Punkt y ; diese senkrechte Ebene hat nämlich in der Bildebene eine senkrechte Durchschnittslinie, welche durch den Accidentalpunkt y liegen muss. Drücken wir jetzt diese Ebene um diese Durchschnittslinie als Axe gegen die Bildebene, so fällt das am Ocular befindliche Auge in den Horizont und an diesen Punkt haben wir den Neigungswinkel zu setzen.

Machen wir uns dies durch eine neue, aber einfache Zeichnung klarer.

Zu dieser Zeichnung legen wir den Horizont wieder wie in der ersten Zeichnung etwa $6\frac{1}{2}$ cm von der oberen Kante des Blattes, den Augpunkt in der Mitte, zu jeder Seite desselben 9 cm, wodurch wir die Punkte DD erhalten, ebenso 9 cm unter dem Augpunkt den unteren Distanzpunkt V , die Grundlinie des Bildes 6 cm unter dem Horizont, den Schnidepunkt derselben mit der Verticale nennen wir 0 und deuten nach jeder Seite 6 cm an, welche wir auch ebenso numeriren.

Die Aufgabe wollen wir uns folgendermassen stellen.

Von einem Punkt in der Bildebene, welcher auf der linken Seite des Bildes senkrecht über dem mit 4 bezeichneten Theilstrich der Grundlinie liegt, soll eine perspectivische Linie gezogen werden, deren Projection in horizontaler Ebene eine Abweichung, d. h. Neigung gegen die Verticale (Ebene) von 30° rechts hat und deren Neigung gegen ihre Projection 25° beträgt, die Linie soll nach hinten aufsteigen.

Im Theilstrich 4 links der Grundlinie stellen wir eine senkrechte Linie und machen diese 4 cm hoch, wir haben jetzt den verlangten Punkt, welchen wir mit a benennen. Von hier aus soll zuerst eine horizontale Linie mit 30° Abweichung rechts als die Projection der steigenden Linie gezogen werden.

In der vorhergehenden Zeichnung ist Seite 33 der Neigungswinkel (56°) an den Punkt V gelegt worden, ganz aus denselben Gründen wie dort legen wir hier den Abweichungswinkel 30° gegen die Verticale in den Punkt V nach rechts und finden durch den Schenkel dieses Winkels, der gleichzeitig der Parallelstrahl dieser Richtung ist, den Punkt der Verschwindung im Horizonte, welchen wir x nennen; wir reissen daher die perspectivische Projectiionslinie von a nach x vor. Senkrecht über dieser Projection muss die verlangte perspectivische Linie liegen.

Durch die Projection ax und die darüber liegende perspectivische Linie (die wir noch nicht haben) wird eine senkrechte Ebene bestimmt; diese hat einen senkrechten Durchgang in der Bildebene und dieser muss nothwendiger Weise durch den Verschwindungspunkt der Projection, den Punkt x , liegen; in diesem senkrechten Durchgang (Grenzlinie) liegt,

nach den Erfahrungen der vorhergehenden Zeichnung (S. 35) der Verschwindungspunkt der verlangten Linie. Durch den Punkt x reissen wir die senkrechte Grenzlinie über und unter den Horizont und benennen das untere Ende, welches hier gleichgültig bleibt, mit z .

Der senkrechte Neigungswinkel, 25 Grad, muss nun am wirklichen Auge, welches im Raume liegt, auf den Parallelstrahl der horizontalen Abweichung gelegt und mit diesem in die Bildebene zurückgeschlagen werden; diese ganze Drehung geschieht, wie wir aus Vorhergehendem wissen, um die senkrechte Grenzlinie xz . Das Auge fällt auf diese Weise in den Horizont. Diese Bewegung führen wir auf folgende Weise aus, oder deuten sie in der Bildebene an, indem wir den Zirkel in den Punkt x setzen, ihn bis V öffnen und einen Bogen nach dem Horizont hinauf schlagen. Den Punkt, welchen wir hier treffen, benennen wir mit t . Wir haben durch diese Handlung eigentlich den Parallelstrahl Vx vom Punkte x aus auf den Horizont gelegt und das Auge V ist in den Horizont, den Punkt t , gekommen.

Den senkrechten Neigungswinkel, 25 Grad, setzen wir jetzt an den Punkt t auf dem Horizont und es ist somit ebenso gut, als hätten wir den Winkel selber auf den Parallelstrahl am wirklichen Auge im Raume gesetzt; durch Verlängerung des Schenkels finden wir einen Punkt in der nach oben verlängerten Grenzlinie xz als Verschwindungspunkt der perspectivischen Richtung, diesen Punkt nennen wir x' . Wir ziehen jetzt die Linie ax' und die Aufgabe ist gelöst.

Zur besseren Anschauung dessen, was wir eigentlich mit dieser Construction haben sagen wollen, legen wir zwischen die Linien ax und ax' etwa 1 cm von der Verticale links mit dieser eine Parallele; hierdurch erhalten wir ein stehendes Dreieck, welches wir uns schon als irgend etwas, z. B. als den Giebel eines Hauses etc., vorstellen können.

Letzteres Dreieck reissen wir voll aus, während wir die übrige Zeichnung in folgender Weise fixiren. Die Grundlinie mit ihren Theilstrichen reissen wir voll aus, schreiben die Zahlen dabei, dann punktiren wir alles Uebrige in folgender Reihenfolge: Den Horizont von D bis D , die Verticale bis V , die Linie Vx , die Linie ax , die Linie zx' , den Bogen Vt , die Linie tx' und die Linie ax' . In dem Winkel bei V schreiben wir 30, in dem Winkel bei t 25 als die Neigungen ein. Auch den Winkel bei a können wir mit 25 als die perspectivische Neigung bezeichnen.

In Vorstehendem haben wir das Wesentliche der Linienperspective ergründet, wir haben uns alles Material zurecht gelegt, wie der Baumeister seine zur Verwendung kommenden Steine, und diese haben wir

nun auch ebenso zu benutzen. Wir wollen jetzt sehen, wie sich diese Bausteine zum ferneren Ausbau unsers Werkes eignen.

Wir fühlen es wohl, dass wir noch nicht an dem Punkt angekommen sind, wo wir uns unser Material auch für die Praxis so vollkommen handrecht gemacht haben, dass wir nur zugreifen dürfen; indessen wollen wir versuchen, auch dies noch zu erreichen, und die bis jetzt noch schwierig erscheinenden einzelnen Sachen ebenfalls auf die allereinfachsten Grundprincipien zurückführen.

Fangen wir daher mit den allereinfachsten Sachen wieder an und sehen, wie diese in Verbindung mit den uns schwierig erscheinenden stehen und ob diese etwas Anderes sind als erstere.

Die einfachste Construction ist ein Quadrat, wie wir solches zuerst auf die Glastafel gezeichnet haben; stellen wir uns jetzt die Aufgabe, ein solches mit einer gegebenen, dem Horizonte parallel laufenden Linie perspectivisch zu ziehen.

Wie in Fig. III legen wir den Horizont mit seinen Punkten A und DD , die Verticale mit dem Punkte V und auch die Grundlinie mit ihren Massen ganz ebenso an, die gegebene Linie aber, die hier vorläufig ganz gleichgültig ist, legen wir in eine Horizontale, welche 2 cm höher als die Grundlinie des Bildes mit den Massen, also 4 cm unterhalb des Horizontes, mit beiden parallel liegt. Den Durchgangspunkt dieser Linie in der Verticale nennen wir a , messen von hier aus 1 cm links, benennen diesen Punkt mit 1, gehen noch 3 cm weiter und benennen diesen Punkt 4, es liegt dieser Punkt jetzt 4 cm von a entfernt, die gegebene Linie aber sei nun 1,4.

Wie wir in Fig. I von den Endpunkten der Grundlinie a und b nach dem Augenpunkt A gezogen haben, so thun wir hier dasselbe von den Punkten 1 und 4. Eine Diagonale von dem Punkt 1 nach D links giebt uns auf der Linie 4 A den Punkt an, durch welchen die hintere Querlinie des Quadrats parallel mit dem Horizont liegen muss. Diese letztere Handlung wollen wir der Kürze halber von nun an „ergänzen“ nennen. —

Alles was bei dieser Figur zu erinnern ist, haben wir in Fig. I bereits in Erwägung gezogen. Wir reissen nun das Quadrat voll aus, ebenso die untere Grundlinie mit den Massen, punktiren alles Uebrige, auch legen wir eine punktirte Linie von V nach D links, um hierdurch den Parallelstrahl der Diagonalrichtung anzudeuten, ferner stellen wir den Zirkel in A , öffnen ihn bis V , schlagen einen Viertelbogen von V nach D links, um anzudeuten, dass diese Entfernungen gleich sind und dass die Entfernung AV auf den Horizont gelegt worden ist, wodurch das Auge V nach D gekommen, und punktiren diesen Bogen ebenfalls. Bei V im Winkel AVD schreiben wir die Zahl 45 ein, um

anzudeuten, dass die Linie VD der Parallelstrahl der Diagonalrichtung ist.

Die rechte Hälfte unserer Zeichnung ist noch frei, es soll hier ein senkrecht stehendes Quadrat von derselben Grösse, das sich rechtwinklig zur Bildebene verhält, in 5 cm von a aufgestellt werden.

Im Punkte 5 cm von a rechts stellen wir eine Senkrechte von 3 cm Höhe, nennen den oberen Punkt 6, und ziehen von 5 und 6 Linien nach dem Augpunkt; eine Diagonale von 6 nach V ergänzt das Quadrat.

Es ist hierbei zu erinnern dass beim ersten Quadrat, welches in horizontaler Ebene liegt, die Diagonale $1D$ in dieser Ebene läuft, beim zweiten aber, welches in senkrechter Ebene liegt, auch die Diagonale $6V$ in senkrechter Ebene gezogen worden ist. —

In der nun folgenden Zeichnung wollen wir ein Quadrat von derselben Grösse, welches senkrecht im Punkte 3 cm von a rechts steht, mit einer Abweichung von 40 Grad links zeichnen.

Bei der Einrichtung zu dieser Zeichnung legen wir den Horizont mit seinen Punkten ADD 3 cm vom oberen Rande des Blattes entfernt an, weil sonst die neue Zeichnung nicht vollständig auf dem Blatte bleiben würde, alles Uebrige, die Verticale und die Grundlinien mit ihren Theilen behalten wir aus der vorigen Zeichnung bei.

Vom Punkte a aus nach rechts legen wir 3 cm und stellen hier eine Senkrechte von 3 cm Höhe, deren oberen Punkt wir 6 nennen. Mit dieser senkrechten Linie zeichnen wir ein perspectivisches Quadrat ganz ebenso, als in der letzten Zeichnung, von 3 und 6 nach dem Augpunkt, eine Diagonale von 6 nach V und das Quadrat ergänzt. Dieses Quadrat soll nun gleichsam so gedreht werden, dass die Linie $3A$ eine Abweichung von 40 Grad nach links erhält. In Fig. II fanden wir den Verschwindungspunkt der abweichenden Linie ad in x durch Verfolgung der geometrischen Linie hinter dem Apparat und construirten gleichsam rückwärts, erhielten am unteren Distanzpunkt V die Abweichung (Neigung) gegen die Grundlinie mit 56 Grad. Wir sehen in Zeichnung II, dass der Nebenwinkel der Linie Vx die Ergänzung zum Rechten, also 34 Grad Abweichung gegen die Verticale ergeben hat. Hier haben wir es mit einer Abweichung von 40 Grad von der Verticale links zu thun und können gleich den Winkel 40 Grad am unteren Distanzpunkt V nach links ansetzen, wie wir das auch Fig. III Seite 37 gethan haben, wir erhalten auf diese Art den Parallelstrahl der Richtung und finden durch Verlängerung des Schenkels den Punkt x im Horizont, etwas vor dem Punkt D . Die obere und die untere Seite des Quadrats reissen wir jetzt aus den Punkten 3 und 6 nach x vor.

Zur Ergänzung des Quadrates haben wir wieder eine Diagonale nöthig, die vom Punkte 6 auszugehen hat; diese muss sich, wie wir

aus den vorhergehenden Figuren gesehen haben, in der Ebene des Quadrats bewegen und wir haben daher, um den Verschwindungspunkt derselben zu finden, die Grenzlinie der Quadratebene zu bestimmen. Die Fig. II wird hier aushelfen. Die grosse Diagonale hat den Punkt z zum Verschwindungspunkt, diese liegt senkrecht unter x und die Senkrechte von x durch z ist die Grenzlinie der Ebene des Quadrats und der Parallelstrahl Vx ist gleich der Entfernung xz . Hierauf fussend, legen wir in unserer neuen Figur durch den Punkt x eine Senkrechte nach unten, tragen durch einen Bogen den Parallelstrahl Vx von x aus auf diese Senkrechte und nennen den hier gefundenen Punkt v , in diesem Punkt müssen wir den Verschwindungspunkt der Diagonale gefunden haben, ziehen nun von 6 nach v und ergänzen das Quadrat. — Durch zwei Linien weiter, welche wir ziehen, werden wir die Aehnlichkeit mit Fig. IV finden. Wir schlagen den Bogen vV in derselben Richtung weiter hinauf bis zum Horizont, nennen diesen Punkt t , hierdurch haben wir den Parallelstrahl Vx auf den Horizont gelegt, das Auge ist nun in den Punkt t gefallen, Seite 38, ziehen wir nun tv , so haben wir bei t einen Winkel von 45 Grad und v ist Distanzpunkt.

Wenden wir das Blatt so, dass die Linie xv oben zu liegen kommt, die Linie xD aber senkrecht und betrachten diese Figur im Vergleiche zu Fig. IV linke Seite, so haben wir in Linie xv hier, den Horizont DD dort, x hier ist der Augenpunkt, xt die Verticale und correspondirt mit AV dort, Vx hier ist der Parallelstrahl VD dort und vVt hier, der Bogen VD , durch welchen der Parallelstrahl auf den Horizont gebracht worden ist und alles, was dort bemerkt wurde, passt auch hierher. Bringen wir das Blatt wieder in seine richtige Lage und betrachten diese Figur jetzt im Vergleiche zu Fig. IV rechte Seite, so ist xD wieder Horizont, xv die Verticale und vt der dort nicht gezogene Parallelstrahl der Diagonalrichtung VD rechts; ebenso könnten wir den Bogen vV über V hinaus bis t mit dem in Fig. IV nur auf der linken Seite geschlagene Bogen VD vergleichen, $6v$ ist dann die perspectivische Diagonale.

In dieser Figur reissen wir die Grundlinie mit den Massen, das geneigte perspectivische Quadrat und das obere Eckchen, welches an dem aus Fig. IV hergenommenen Quadrat sichtbar bleibt, fest aus, alles Uebrige punktiren wir mit Beifügung der Buchstaben.

Ehe wir diese Figur verlassen, betrachten wir nochmals die Aehnlichkeiten derselben mit den vorigen Figuren und merken uns diese ganz genau, weil wir diese Verfahrungsweise als Schema bei den folgenden Figuren festhalten wollen. —

In der letzten Figur, wie in Fig. II, haben wir Ebenen behandelt, welche eine einfache Neigung haben, wir wollen diesen einfachen Neigungen

noch weiter nachforschen, indem wir auch horizontale Quadrate unter gewissem Winkel haben.

Es sollen zwei gleiche horizontale Quadrate, wie das der Fig. IV links, ersteres um einen Winkel von 20° so gehoben werden, dass die Linie $4,1$ liegen bleibt, das zweite um einen Winkel von 40° , aber so, dass die Linie $1A$ unverändert bleibt.

Da wir das linksseitige Quadrat der Fig. IV zu Grunde legen, so nehmen wir auch die ganze Einrichtung dieser Zeichnung und bringen diese ohne den Bogen VD auf ein neues Blatt und zeichnen auch das Quadrat mit allen seinen Linien und Benennungen.

Das Quadrat soll jetzt so gehoben werden, dass die vordere Linie $1,4$ unverändert liegen bleibt, die Seitenlinien müssen daher eine neue Schwindung erhalten und diesen Verschwindungspunkt haben wir zunächst aufzusuchen. — Vor allen Dingen nehmen wir unsere Zuflucht zu dem Parallelstrahl dieser Richtung, weil wir wissen, dass er in dem gesuchten Punkt die Bildebene durchdringt. Da die Projection der steigenden Linien, die Linien $1A$ und $4A$, sich rechtwinklig zur Bildebene verhalten, so ist durch diese und die steigende Linie, wie in Fig. III durch ax und ax' , eine senkrechte Ebene bestimmt, die sich hier aber ebenfalls rechtwinklig zur Bildebene verhalten muss; wir haben daher den Neigungswinkel am Auge im Raume senkrecht auf den Normalstrahl zu setzen. Dieser Vorgang im Raume muss aber wieder in die Bildebene zurückverlegt werden, indem wir die ganze Verticalebene um die Verticale als Axe gegen die Bildebene drücken, das Auge fällt hierdurch in den Punkt D ; da es gleichgültig ist nach welcher Seite, so nehmen wir den Punkt D links. Dieselbe Handlung haben wir in Fig. III vorgenommen, das Auge fiel dort in den Punkt t ; da wir dort an diesem Punkt auf den Horizont den Neigungswinkel gesetzt haben, so thun wir dies hier aus denselben Gründen an dem Punkt D links, setzen hier den Winkel von 20° auf dem Horizont an, verlängern den Schenkel und treffen die verlängerte Verticale in einem Punkt, welchen wir a' nennen; er ist der Verschwindungspunkt der steigenden Linien, die wir nun von den Punkten 1 und 4 aus vorreissen. Um nun eine perspectivische Diagonale von dem Punkte 1 aus reissen zu können, damit das Quadrat zu ergänzen, müssen wir den Verschwindungspunkt derselben in der Grenzlinie des gehobenen Quadrats haben. Diese Grenzlinie muss, da die Linie $1,4$ horizontal bleibt, aus denselben Gründen, wie in Fig. V die Grenzlinie xv mit der Linie $3b$ parallel blieb, auch hier der Linie $1,4$ parallel, also horizontal bleiben. Wir reissen daher durch den Punkt a diese Grenzlinie vor, was hier nur auf der linken Seite zu geschehen braucht, in dieser Grenzlinie muss die Distanz für die steigende Ebene liegen.

Die Distanz ist, wie wir wissen, die Entfernung des Auges im Raume

von dem Horizont, hier der Grenzlinie; da nun das Auge bereits in den Punkt D links niedergelegt ist, so ist auch die Entfernung Da die Distanz für die steigende Ebene. Wir setzen den Zirkel in a , öffnen ihn bis D und schlagen einen Bogen von D aus bis auf die Grenzlinie, den hier gefundenen Punkt nennen wir d , eine Diagonale von 1 nach d ergänzt jetzt das Quadrat.

Schlagen wir den Bogen weiter nach unten fort bis zur Verticale, so bekommen wir die untere Distanz für die geneigte Ebene und nennen diesen Punkt d' . Das gehobene Quadrat, sowie das Eckchen, welches vom unteren sichtbar bleibt, und die Grundlinie mit den Massen, reissen wir voll aus, alles Uebrige aber wird punktirt.

Betrachten wir diese Figur zu der Fig. V, so finden wir, wenn wir letztere so umlegen, dass xv horizontal wird, genau dieselbe Zeichnung, und alles dort Gefundene trifft hier genau wieder zu. —

Auf der rechten Seite des Blattes, welche noch frei ist, verlängern wir die Linie 1,4 herüber und legen die Punkte 1 und 4 in demselben Verhältniss zur Verticale auch hier her, nennen den Punkt links b , den anderen c , ziehen von b und c nach dem Augenpunkt und ergänzen durch eine Diagonale nach D rechts das Quadrat. Dieses soll der Aufgabe gemäss um 40° so gehoben werden, dass die Linie bA liegen bleibt.

Wir erinnern uns, dass wir früher, Seite 4, den wie ein Buch vor uns liegenden Apparat öffneten und uns über den Neigungswinkel, Seite 5, klar wurden, ganz in derselben Art soll hier das liegende Quadrat um einen Winkel von 40° aufgehoben werden. Nehmen wir an, wir haben zuerst die Linie bc zu heben, so wird diese, da sie parallel zur Bildebene ist und senkrecht gehoben wird, sich auch fortwährend parallel zur Bildebene fortbewegen, also in geometrischem Verhältnisse zu derselben bleiben, der Neigungswinkel wird daher überall auch ein geometrischer bleiben müssen. Aus diesen Gründen haben wir daher auch nur nöthig, den geometrischen Neigungswinkel von 40° an den Punkt b auf der Linie bc zu setzen. Haben wir nun den Schenkel vorgerissen, so haben wir auch nur nöthig, den Zirkel in den Punkt b zu setzen, ihn bis c zu öffnen und durch einen Bogen die Länge bc auf den neuen Schenkel zu bringen, den gefundenen Punkt nennen wir e . Machen wir dasselbe Experiment mit der hinteren Seite des Quadrats, so erhalten wir einen neuen Punkt, den wir f nennen. Die Verbindung der Punkte b und f vollendet das Quadrat und wir finden, das letztgezogene Linie, wenn wir sie verlängern, genau in den Augenpunkt trifft. —

Hierdurch angeregt glauben wir, dass wir letzten Punkt f überhaupt durch Construction finden können. Zu diesem Zweck müssen wir die Grenzlinie des gehobenen Quadrats aufsuchen. Wir haben gesehen, dass die beiden Neigungswinkel, obgleich der zweite entfernter liegt als

der erste, dennoch geometrisch gleich sind, dies muss auch der Fall bleiben, wenn wir sie fort und fort weiter hinausschieben, bis zu dem Verschwindungspunkt A . Hier angekommen, hört zwar alles Bemerkbare auf, aber wir suchen eine Grenzlinie d. h. eine unendliche Linie und diese muss in dem Schenkel des hinausgeschobenen Neigungswinkels liegen. Deshalb legen wir den Neigungswinkel, hier 40° , an dem Augpunkt auf den Horizont und finden die gesuchte Grenzlinie, die wir nun nach rechts oben ziemlich weit hinaus vorreissen.

Auf dieser Grenzlinie muss nun der Verschwindungspunkt der Diagonale liegen, den wir zu suchen haben. Die Diagonale im unteren Quadrat hat den Distanzpunkt zum Verschwindungspunkt, wir haben daher diesen Distanzpunkt nur auf die Grenzlinie zu transportiren, was hier geradezu auf geometrischem Wege geschehen kann. Wir setzen den Zirkel in A , öffnen ihn bis D rechts und bringen diese Entfernung durch einen Bogen auf die Grenzlinie; den hier gefundenen Punkt nennen wir d^2 und treffen nun durch eine Linie von b nach d^2 genau den Punkt f . Den unteren Distanzpunkt für diese geneigte Ebene finden wir, indem wir den Zirkelschlag von D nach unten weiter fortsetzen und die Verticale der geneigten Ebene schneiden. Diese Verticale muss rechtwinklig gegen die Grenzlinie in den Augpunkt gezogen werden, weil das im Raume senkrecht über A befindliche Auge dorthin fallen muss, wenn es normal zur Grenzlinie in die Bildebene zurückgelegt ist. Letzt gefundenen Punkt nennen wir V^1 . Ziehen wir jetzt eine Linie von V^1 nach d^2 , so haben wir bei V^1 den Winkel von 45° erhalten und die Linie $V^1 d^2$ ist der Parallelstrahl für die Diagonalrichtung in der geneigten Ebene.

Wir sehen also, dass wir die ganze Construction, die wir in der horizontalen Ebene vorgenommen, nur um einen Winkel von 40° weiter gedreht haben.

Die fertige Zeichnung reissen wir in folgender Ordnung aus: Mit vollem Strich das gehobene Quadrat, ebenso denjenigen Theil des lieengebliebenen, der nicht gedeckt ist. Durch punktirte Linien, die Linien nach dem Augpunkt, die Grenzlinie, die beiden Diagonalen, die beiden kleinen Bogen ce und den bei f , die Verticale AV^1 , den Parallelstrahl $V^1 d^2$ und den Bogen $d^2 DV^1 V$. —

Hiermit haben wir nun die einfach geneigten Ebenen in ihrem Element genugsam kennen gelernt und wollen versuchen, bevor wir auch die doppelt geneigten Ebenen näher betrachten, einen Würfel aus einfach geneigten Ebenen, wie wir solche in Fig. V kennen gelernt haben, zusammen zu setzen. Dieser Würfel soll mit der uns zugewandten Ecke wieder in dem Punkt 1 links der letzten Zeichnung stehen und eine Abweichung von 50° rechts haben.

Horizont, Verticale, Grundlinien etc. bleiben dieselben, ebenso die

Benennungen, nur legen wir die ganze Einrichtung etwas höher, etwa 4 cm von oben, weil wir sonst mit der neuen Zeichnung nicht auf dem Blatte bleiben würden.

Für die Richtung 50° Abweichung rechts haben wir wie in Fig. III und V den Abweichungswinkel (50°) an den unteren Distanzpunkt V nach der rechten Seite zu legen, durch den verlängerten Schenkel dieses Winkels finden wir im Horizonte einen Punkt, welchen wir y nennen, als den gesuchten Verschwindungspunkt dieser Richtung. In dem Punkt 1 stellen wir eine Senkrechte von 3 cm Höhe, nennen den oberen Punkt a und ziehen von 1 und a nach y . Hat die eine Richtung eine Abweichung von 50° , so muss die andere Würfelseite eine Abweichung haben, welche die Ergänzung zum rechten Winkel ausmacht, also 40° , 40 und 50 macht 90 . Diesen Abweichungswinkel haben wir aus denselben Gründen an die Verticale im Punkt V nach links anzusetzen und finden den Punkt x im Horizont als Verschwindungspunkt der Richtung, die linke Seite des Würfels reissen wir nun von 1 und a nach x vor, somit sind beide vorderen Seiten vorgerissen.

In Fig. V haben wir ein Quadrat gezeichnet, welches wir als die linksliegende Würfelseite betrachten können. Wir legten den Parallelstrahl Vx auf die senkrechte Grenzlinie xv und zogen die Diagonale bv . Ganz dasselbe thun wir auch hier; wir legen vom Punkte x aus eine Senkrechte nach unten und tragen darauf durch einen Zirkelschlag die Linie xV , den gefundenen Punkt nennen wir wie dort v , eine Diagonale von a nach v schneidet die Linie $1x$ in einem Punkt, welchen wir b nennen, hier stellen wir eine Senkrechte, welche diese Seite ergänzt.

Um den Würfel zu vollenden, könnten wir auf der vorderen Seite ganz dasselbe Experiment machen, in y die Grenzlinie ziehen, darauf den Parallelstrahl Vy tragen, aber damit wir einen anderen Weg gehen, wollen wir das Grundquadrat des Würfels zu ergänzen suchen. Ziehen wir eine Linie von b nach y , so haben wir die hintere Grundlinie des Würfels und auf dieser könnten wir durch eine Diagonale von 1 aus die hintere Ecke des Grundquadrats finden, wenn wir den Verschwindungspunkt dieser Diagonale aufsuchen. Der Parallelstrahl muss hier wieder aushelfen, wenn wir die Richtung desselben wissen. Da die perspectivische Diagonale den perspectivisch rechten Winkel in zwei gleiche Theile theilen soll, deshalb müssen wir auch den rechten Winkel, den beide Parallelstrahlen an dem Punkt V bilden, in zwei gleiche Theile theilen. Wir legen daher den Winkelmesser an den Punkt V auf der Linie Vy , es fällt dann 90 auf die Linie Vx , zählen nun 45° ab und ziehen durch den angemerkten Punkt von V bis zum Horizont, wo wir in einem Punkt etwa 1 cm rechts von A eintreffen, diesen Punkt nennen wir d , ziehen nun von 1 nach d und schneiden die Linie ay , durch diesen Schneidepunkt ergänzen wir

das Grundquadrat durch eine Linie von x aus, bis wir die Linie $1y$ treffen. In letzterem Punkt stellen wir eine Senkrechte bis zur Linie ay und ergänzen nun von den oberen Punkten nach x und y die Aufsicht des Würfels. — Beim Ausreissen dieser Zeichnung reissen wir die sichtbaren Kanten des Würfels und die Grundlinie mit ihren Massen voll, alles Uebrige punktiren wir, wie vorher angegeben, und schreiben Zahlen und Buchstaben sowie die Winkelwerthe bei V ein. Wir vergessen auch nicht die Punkte D im Horizont, obgleich wir dieselben nicht gebraucht haben.

Wir haben bisher nachgewiesen, dass wir auf den Grenzlinien der einfach geneigten Ebenen Verschwindungspunkte und Distanzen aufsuchen und mit denselben genau so verfahren konnten, als mit diesen Punkten im Horizonte. Es ist jetzt unsere Aufgabe, dasselbe auch bei doppelt geneigten Ebenen zu versuchen.

Zu diesem Behuf stellen wir uns die Aufgabe, den soeben gezeichneten Würfel um einen Winkel von 30° nach vorne über zu neigen, so dass er auf der Linie $1y$ steht, welche somit an Ort und Stelle liegen bleibt.

Zur Einrichtung dieser Zeichnung legen wir den Horizont 8 cm vom oberen Rande des Blattes entfernt an. Alle übrigen Bedingungen bleiben ebenso als in der vorhergehenden Zeichnung; auch ziehen wir die Linien Vx und Vy , auch die Senkrechte durch den Punkt x , bezeichnen Distanzpunkte mit DD , Augenpunkt mit A , untere Distanz mit V , und die Accidentalpunkte x und y , alles Uebrige aber lassen wir fort.

Nachdem wir den Punkt 1 wie in den letzten Zeichnungen bestimmt haben, ziehen wir die Linien $1x$ und $1y$, so ist $1y$ die liegenbleibende Linie und die Linie $1x$ soll um 30° gehoben werden. Wie dies zu bewerkstelligen, haben wir in Fig. III gefunden. Wir haben dort die Linie xV auf den Horizont nach t gebracht und an diesen Punkt den Neigungswinkel gesetzt. Ganz dasselbe thun wir hier, wir stellen den Zirkel in x , öffnen ihn bis V und schlagen einen Bogen nach dem Horizont hinauf, den gefundenen Punkt nennen wir t . An diesen Punkt legen wir den Neigungswinkel von 30° , verlängern den Schenkel, bis wir mit der Verlängerung der Senkrechten in x oben zusammen treffen, finden hier den Verschwindungspunkt der steigenden Linien, welchen wir x' nennen, hierher reissen wir die Linie $1x'$ vor, auf welche wir die gehobene Grundlinie des Würfels zu bringen haben. Wie dies zu geschehen hat, gehört vorläufig nicht zur Sache, weil wir später bei Bestimmung gewisser Punkte in perspectivischen Linien darauf zurückkommen müssen. Daher nehmen wir nach Gefallen einen Punkt, der auf der Linie $1x'$ 2 cm vom Punkte 1 entfernt liegt und nennen diesen Punkt a ; ziehen wir jetzt von diesem Punkt nach y , so haben wir die hintere gehobene Grundlinie des Würfels und können durch eine Diagonale die hintere Ecke desselben bestimmen.

Genannten Zweck zu erreichen, müssen wir die Grenzlinie der Ebene

haben, in welcher wir uns bewegen wollen, da wir aber schon zwei Verschwindungspunkte von Linien haben, welche in dieser Ebene liegen, die Punkte x' und y nämlich, so muss die Grenzlinie, welche wir suchen, auch durch diese beiden Punkte liegen, wir ziehen daher die Linie $x'y$ und in dieser muss der Verschwindungspunkt der gesuchten Diagonale liegen. Um aber diesen zu finden, müssen wir Verticale und untere Distanz für diese doppelt geneigte Ebene haben. Die Distanz aber ist die kürzeste Entfernung des im Raume befindlichen Auges von der Grenzlinie. (S. 42.) Denken wir uns das Auge senkrecht über dem Punkt A stehend, so muss die kürzeste Entfernung dieses Auges von der Grenzlinie eine Projection haben, welche rechtwinklig gegen diese Grenzlinie stösst, also eine Normale darauf ist. Wir haben also diese Projection durch den Augenpunkt A rechtwinklig gegen die Grenzlinie $x'y$ zu legen; das erreichen wir auf folgende Art: wir legen den Winkel gegen die Grenzlinie $x'y$, schieben ihn langsam vor, bis wir mit dem anderen Schenkel den Punkt A berühren, ziehen diese Linie und nennen ihren Berührungspunkt in der Linie $x'y$ o . Die Entfernung des im Raume befindlichen Auges von diesem Punkt o ist nun die Distanz für die doppelt geneigte Ebene, diese erhalten wir sichtbar durch Niederlegen des auf der Linie Ao im Raume senkrecht stehenden Dreiecks, welches durch das wirkliche Auge und jene beiden Punkte A und o gebildet wird. Legen wir dieses Dreieck auf seiner Grundlinie Ao um, so erhalten wir die Distanz für die doppelt geneigte Ebene. Die Manipulation hierzu ist folgende: wir legen vom Augenpunkt A aus eine Parallele mit der Grenzlinie $x'y$, es geschieht dies am bequemsten nach links, tragen auf diese die Distanz, indem wir den Zirkel in A setzen, ihn bis D öffnen und diese Entfernung durch einen Bogen auf die letztgezogene Parallele legen, den hier gefundenen Punkt nennen wir D' ; ziehen wir jetzt die Linie $D'o$, so haben wir die gesuchte Distanz. Diese Distanz tragen wir nun auf die Verticale dieser Ebene, der verlängerten Linie oA , d. h. wir setzen den Zirkel in o , öffnen ihn bis D' und schlagen einen Bogen auf diese Verticale, wo wir in einem Punkt ankommen, welchen wir v nennen. Ziehen wir jetzt die Linien vx' und vy , so haben wir die Parallelstrahlen der beiden Seitenrichtungen des Würfels, die am Punkte v einen rechten Winkel bilden; theilen wir diesen rechten Winkel wie in Fig. VII in zwei gleiche Theile und verlängern den Schenkel bis zum Horizont, d. h. Grenzlinie $x'y$, so treffen wir in einen Punkt, nahe des Augenpunktes o links, den wir n nennen und haben den Verschwindungspunkt der Diagonale gefunden. Vom Punkte 1 ziehen wir jetzt nach n , schneiden die Linie ay und ergänzen durch diesen Punkt vom Punkt x' aus das Grundquadrat.

Es kommt nun darauf an, die Neigung der senkrechten Würfelkanten zu bestimmen und hierzu haben wir wieder einen Verschwindungspunkt

nöthig, dieser muss im Schneidepunkt beider Grenzlinien der Seitenebenen des Würfels liegen. Die Grenzlinie der einen Seite haben wir schon in der senkrechten Linie $x'x$ und deren Verlängerung, Fig. III. Da nun aber diese ehemals senkrechten Kanten des Würfels jetzt eine Neigung nach vorne bekommen werden, und diese Neigung rechtwinklig zu den Grundlinien des Würfels bleiben muss, so werden sie ihren Verschwindungspunkt auch in der verlängerten Verticale oAv haben müssen; es kann daher nur der Schneidepunkt der senkrechten Grenzlinie $x'x$ mit der Verticale oAv sein, wir verlängern beide Linien, bis sie sich schneiden; da dies nicht mehr auf dem Blatte geschieht, so legen wir ein Blatt, ähnlich wie in Fig. II, unten an und finden diesen Punkt, den wir p nennen. Die Verbindung von p und y ist dann die Grenzlinie der geneigten Würfelseite.

Auf andere uns schon bekannte Art können wir diesen Punkt ebenfalls finden und unsere Zeichnung controliren. Wie wir in vorhergehender Figur fanden, dass die Parallelstrahlen der horizontalen Seitenkanten des Würfels am unteren Distanzpunkt V einen rechten Winkel bilden mussten, ebenso muss hier durch diese Parallelstrahlen ein rechter Winkel gebildet werden. Der Parallelstrahl der Linie $1x'$ ist aber die Linie tx' , die wir nun ziehen, und an diesen muss der andere Parallelstrahl im Punkte t rechtwinklig gesetzt werden; thun wir dies, so erhalten wir eine Linie, welche verlängert ebenfalls den Punkt p trifft. Von diesem Punkt p reissen wir die Würfelkanten durch die drei vorderen Ecken des Grundquadrats vor, diese Ecken sind der Punkt a , der Punkt 1 und der gegenüberliegende Eckpunkt des Grundquadrats.

Es fehlt nach diesen Vorarbeiten nun noch die obere Aufsicht des Würfels. Um die Länge der zuletzt gezogenen Würfelkanten zu bestimmen, haben wir wieder eine Diagonale in der linken Seite nöthig, welche durch den Punkt a die vordere Ecke bestimmen soll. Der Verschwindungspunkt dieser Diagonale muss ebenfalls in der senkrechten Grenzlinie $x'p$ liegen. Um ihn zu finden, haben wir den rechten Winkel, welchen die Parallelstrahlen $x't$ und tp bei t bilden, wie vorher beim Punkte v , zu theilen, wir finden, indem wir dieses auf bekannte Weise thun, durch den verlängerten Schenkel den Verschwindungspunkt in der senkrechten Grenzlinie $x'p$ und nennen ihn r , ziehen von ihm durch a bis zur vorderen von p über 1 vorgerissenen Kante und ergänzen von diesem Punkt aus nach x' und y die obere Aufsicht.

In dieser Zeichnung ist nun, bis auf die bestimmte Auffindung des Punktes a , den wir durch Annahme erhalten haben, ziemlich Alles und meist das Schwierigste, was die Linienperspective bietet, enthalten. Wenn wir aber die Sachen genauer betrachten, so haben wir eigentlich nirgends etwas Neues oder Anderes gethan, als was wir bisher in den einfachsten Figuren schon gethan haben. Das einzig Schwierige ist nur, durch das Gewirre von Linien den Faden nicht zu verlieren und sich jede einzelne

Sache für sich klar und deutlich vorstellen zu können. Finden lässt sich alles nach einfachem Schema, wie wir gleich sehen werden, wenn wir die Sache gründlich mit der vorhergehenden Figur vergleichen. Thun wir das beim Ausreissen der Zeichnung.

Die grosse Grundlinie mit ihren Masstheilen und den Würfel mit seinen sichtbaren Kanten reissen wir fest aus. Alles Uebrige punktiren wir in folgender Ordnung: Den Horizont, bemerken darin die Punkte A und D und bezeichnen die Buchstaben. Die Verticale bis zum Punkte V , die Linie Vy als Parallelstrahl der Richtung 50° und schreiben den Werth desselben mit 50 bei V ein. Die Linie Vx als Parallelstrahl der Richtung 40° , welche Zahl wir ebenfalls bei V einschreiben, und die Buchstaben y und x bezeichnen, dann punktiren wir noch die Linien $1y$ und $1x$. Betrachten wir jetzt die Zeichnung, so finden wir die Arrangements der vorhergehenden Zeichnung, in welcher wir auch schon die Linie xv als die senkrechte Grenzlinie xp erblicken.

Mit Fig. III haben wir folgende Linien gemeinschaftlich: die Linie Vx , welche wir durch den punktirten Bogen auf den Horizont nach t bringen. Linie tx' als Schenkel des Neigungswinkels, die wir punktiren und bei der wir den Neigungswinkel bei t mit 30 einschreiben, den Punkt x' selber und die senkrechte Grenzlinie $x'x$, die wir nun hier auch von x' bis p punktiren.

Punktiren wir die Grenzlinie $x'y$ und die Linie ov , sowie die Linie vy und vx' , so haben wir, wenn wir die Linie xy horizontal legen, in Fig. VII den Horizont und Verticale, sowie die Linien Vy und Vx , auch die Diagonale vn (punktiren) stimmt mit der Diagonale Vd . Scheinbar neu ist hier die Auffindung der Distanz für die Grenzlinie $x'y$ hinzugekommen, wenigstens der Construction nach, diese Construction wollen wir hier durch folgendes Schema feststellen, welches wir uns merken müssen. Wir legen durch den Augenpunkt eine Parallele (Linie AD' punktiren) mit der Grenzlinie (Linie $x'y$); bringen die Entfernung AD durch einen Bogen (punktiren) auf AD' , die Linie $D'o$ (punktiren) ist nun Distanz, welche durch einen Bogen (punktiren) nach v gebracht wird.

Betrachten wir noch die senkrechte Grenzlinie $x'p$ als horizontal, also als Horizont, so haben wir wieder die Aehnlichkeit mit Fig. VII, die Linie xt wird dann Verticale AV , die Linie tp (punktiren) ist die Linie Vx und tx' die Linie Vy . tr (punktiren) ist die Diagonale Vd .

Verbinden wir noch die Punkte y und p , so haben wir die Grenzlinie für die rechtsliegende Würfelseite und wir könnten Augenpunkt, Verticale und Distanz dafür einfach nach oben angegebenem Schema finden.

Ausser der Linie ax' , die noch zu punktiren, führen wir nun noch vp durch Punktiren aus, und die Linie ra bis zur vorderen Ecke des Würfels, die übrigen Linien lassen wir fort, oder lassen sie als Bleistiftstriche stehn, weil sie die Klarheit der Zeichnung beeinträchtigen würden.

Zerlegen wir auf diese Weise die Figur, so finden wir, wenn wir die Vergleiche mit den vorhergehenden Figuren im betreffenden Texte nachlesen, dass unsere ersten ganz einfachen Elemente sich hier scheinbar verwirren zu fast unlöslichem Knoten, das machen aber nur die vielen Linien, die alle ganz verschiedenen Ebenen angehören, sondert man diese ab, wie angegeben, so wird man die Sache auch leichter übersehen können.

Zum Troste für diese, Manchem freilich unüberwindlichen Schwierigkeiten, möge gesagt sein: dass diese Sachen in der Praxis selten vorkommen, und dann hat die Praxis auch andere Handgriffe, darüber hinaus zu kommen. Besser ist es aber doch, wenn man sich vorkommenden Falles gründlich über sein Thun Rechenschaft geben kann, es fallen dann jene Handgriffe leichter. Andererseits musste hier die Sache gleich so weit ausgedehnt werden, um die Zusammengehörigkeit des Ganzen zu documentiren.

In den bisher behandelten Sätzen, welche theils der Theorie, theils der Praxis angehören, haben wir uns die sogenannten Bausteine zurecht gelegt und handrecht gemacht. Es soll nun unsere fernere Aufgabe sein, auch hieraus die Regeln für diesen Theil der Perspective herzuleiten.

Mit unseren bis jetzt gemachten Erfahrungen kehren wir wieder zu dem Anfang unseres Studiums, zur Glastafel, zurück und betrachten diese als das Bild, die Bildebene, und die dahinter befindlichen Punkte und Linien als die Objecte, welche wir auf der Tafel zu zeichnen haben. Nur in Anbetracht hierzu wollen wir zuerst die theoretischen Regeln aufsuchen, um diese dann wieder zur Grundlage für die praktischen zu benutzen.

In der Hinsicht, dass wir es hier mit einer im Raume aufgestellten Ebene und dem in einer gewissen feststehenden Entfernung davor aufgestelltem Ocular als das Auge, ferner hinter der Tafel wieder mit Objecten im Raume zu thun haben, welche wir durch die Glastafel betrachten, können wir eigentlich nicht von Zeichnung sprechen, sondern die auf der Tafel angemarkten Punkte und Linien sind die Projectionen der dahinter wirklich vorhandenen Punkte und Linien. In diesem Sinne wollen wir daher vorläufig auch nicht von Zeichnung, sondern von den Projectionen der besagten Punkte und Linien reden.

Stellen wir uns nun die Frage:

„Wo liegt die Projection eines Punktes.“

Es muss, wenn wir uns erinnern, wie wir die Punkte *c* und *d* in der ersten Zeichnung gefunden, die Antwort folgendermassen lauten:

„Die Projection eines Punktes liegt im Durchgange des Sehstrahls, welcher auf diesen Punkt gerichtet ist.“

Fragen wir weiter:

„Wo liegt die Projection einer Linie.“

Die erste Linie, welche wir zeichneten, haben wir durch Verbindung zweier Punkte gefunden, zuerst eines in der Grundlinie festliegenden, den anderen durch Fixirung des wirklichen Sehstrahles. Später, Seite 18, haben wir eine Linie mit dem Sehstrahl verfolgt und beobachtet, welchen Schnitt derselbe in der Bildebene machte. In diesem Schnitt lag die Projection der verfolgten Linie. Haben wir es aber schon mit einer Ebene, der Projectionsebene, zu thun, so können wir uns auch die Fortbewegung des Sehstrahls, welche ja ebenfalls in einer Ebene vor sich geht, als eine nicht begrenzte Ebene überhaupt denken. Diese Ebene wird aber bestimmt: durch Auge im Raume und durch eine Linie im Raume. Betrachten wir diese beiden Ebenen, die Bildebene und die letztgenannte, so haben beide, indem sie sich durchschneiden, eine gemeinschaftliche Durchschnittsline. Die Antwort auf die gestellte Frage wird daher so ausfallen müssen:

„Die Projection einer Linie liegt in der Durchschnittsline der Bildebene mit derjenigen Ebene, welche durch Auge und Linie im Raume bestimmt ist.“

Diese beiden in Rede stehenden Ebenen können nun als unendliche gedacht werden, folglich können sie auch eine unendliche Durchschnittsline haben, weil aber in Bezug auf die Bildebene von einer Unendlichkeit nur bedingungsweise die Rede sein kann, so müssen wir nun weiter fragen:

„Wo hört die Projection einer selbst unendlich langen Linie auf?“

Zur Beantwortung dieser Frage werfen wir einen Blick auf die Betrachtungen Seite 18, 22, wir fanden, dass der Sehstrahl seinen Schnitt in der Bildebene nur so weit fortsetzen konnte, bis er der verfolgten Linie parallel wurde. Die Antwort lässt sich daher so fassen:

„Die Projection einer Linie hört in dem Punkte der Bildebene auf, in welchem eine durch das Auge gelegte Parallele der Linie die Bildebene durchschneidet.“

Diese letzte Antwort wird uns in den Stand setzen, auch die umgekehrte Frage zu beantworten, sie lautet:

„Wie findet man den Endpunkt der Projection einer unendlich langen Linie?“

Hört die Projection da auf, wo die durch das Auge gehende Parallele die Bildebene durchschneidet, so muss die Antwort sein:

„Man legt eine Parallele durch das Auge mit der besagten Linie oder der Richtung derselben, im Durchgange dieser Parallele hört die Projection auf.“

Hiermit sind die Generalfragen über die Linien und Richtungen derselben erschöpft, eine jede Linie und Richtung lässt sich nach den Beantwortungen dieser Fragen finden. —

Da wir auch die verschiedenen Ebenen in Betrachtung gezogen haben, so können wir in Bezug darauf auch noch einige Fragen stellen. Wir haben gesehen, dass die Ebenen so unendlich verschiedene Lagen und Richtungen haben können als die Linien, und können daher als erste Frage stellen:

„Wie kann das Verhältniss der Ebenen zur Bildebene sein.“

In Anbetracht, ob sich die Ebenen schneiden oder nicht, beantworten wir diese Frage:

„Ebenen können entweder mit der Bildebene parallel liegen, oder dieselbe schneiden.“

Diejenigen Ebenen, welche mit der Bildebene parallel liegen, können uns wenig interessiren, es liegt auf der Hand, dass die Projectionen von allerlei Linien und Formen in solchen Ebenen, den ursprünglichen Linien und Formen, da sie geometrisch sind, genau ähnlich bleiben müssen und nur je nach dem Verhältniss der Entfernungen der drei Factoren Auge, Bild und Gegenstand, kleiner werden.

Solche Ebenen aber, welche die Bildebene oder die vergrössert gedachte Bildebene schneiden, haben unsere Aufmerksamkeit und zuletzt sogar in hohem Grade in Anspruch genommen. Wir stellen daher die Frage:

„In welcher Art kann die Bildebene von anderen Ebenen geschnitten werden?“

„Die Bildebene kann von anderen Ebenen entweder rechtwinklig oder sie kann unter einer Neigung geschnitten werden.“

Solche Ebenen, welche die Bildebene rechtwinklig schneiden, haben wir Seite 8 und 19 betrachtet. Die beiden wichtigsten derselben sind: die Horizontal- und die Vertical-Ebene, deren Durchschnittslinien in der Bildebene sich in der Projection des Auges kreuzen.

„Wie verhalten sich die Durchschnittslinien geneigter Ebenen zu denen der rechtwinkligen?“

„Die Durchschnittslinien einfach geneigter Ebenen bleiben entweder mit der Horizont- oder Verticalebene parallel, die Durchschnittslinien doppelt geneigter Ebenen aber haben auch gegen die Durchschnittslinien der Horizont- und Verticalebene Neigungen.“ Fig. VIII.

„Wie werden die Durchschnittslinien der verschiedenen Ebenen in der Bildebene genannt?“

„Bei der Horizontalebene allein werden sie Horizont genannt, bei allen anderen aber Grenzlinien.“

„Welche Richtung haben die Projectionen solcher Linien, welche mit Horizont oder den Grenzlinien parallel laufen.“

„Sie haben keine andere Richtung als die geometrisch parallele mit dem Horizont oder den Grenzlinien der Ebenen, in welchen sie liegen.“ Fig. IV, V, VI.

II. Theilung der perspectivischen Linien.

Bisher haben wir nur die Richtungen der Linien untersucht und uns mit bestimmten Punkten in den perspectivischen Linien nur beiläufig beschäftigt. Diese Punkte haben wir theils nur durch den Sehstrahl bestimmt, theils haben wir sie durch Ergänzungen gefunden.

Solche Punkte, die wir durch den Sehstrahl in der Bildebene bestimmt haben, wollen wir jetzt ebenfalls durch Construction finden.

Betrachten wir unsere erste Zeichnung, so finden wir, dass die Diagonale ac das Quadrat $abcd$ in zwei perspectivisch gleiche Theile, rechtwinklige und gleichschenklige Dreiecke, theilt, betrachten wir die Grundlinie ab und die perspectivische Linie bA für sich allein, so hat die Diagonale beide gleich lang gemacht, der Punkt c liegt von dem Punkt b ebenso weit entfernt als der Punkt a von b , ersterer nach der Tiefe, die perspectivisch sich verkleinert, letzterer geometrisch in der Grundlinie des Bildes.

Die Diagonale hat den Distanzpunkt zum Verschwindungspunkt und dieser ist das in die Bildebene zurückgelegte Auge selber, die geometrische Quadratseite aber hinter dem Bilde, welche rechtwinklig auf die Bildebene stösst, und uns ehemals bei der ersten Zeichnung auf der Tafel durch den Sehstrahl den ersten Punkt angab, ist, da die Grundlinie ab dieselbe Länge hat, ebenfalls in die Bildebene zurückgelegt worden, folglich ist auch der Sehstrahl selbst mit in die Bildebene gelegt worden und die Diagonale ist der Sehstrahl selber.

Wir finden ganz dasselbe auch in der senkrechten Ebene, die Diagonale kV hat die Länge ka auf die perspectivische Linie aA übertragen und alles verhält sich gerade ebenso. In beiden Fällen bemerken wir, dass diejenige Linie, welche wir als Mass betrachten müssen, die Linie ab und die Linie ak , jedesmal geometrisch parallel mit dem Horizont der Ebene liegt, in welcher die Theilung vor sich gegangen ist. Theilen wir mit einem der Distanzpunkte D , so geschieht die Theilung in hori-

zontaler Ebene und das Mass liegt parallel mit dem Horizont; theilen wir aber in verticaler Ebene mit dem unteren Distanzpunkt V , so liegt das Mass geometrisch parallel mit der Grenzlinie, die in diesem Falle die Verticale ist.

Wie hat sich diese Theilung in der zweiten Zeichnung verhalten; auch hier ist die Quadratseite af auf die perspectivische Linie ay durch einen Sehstrahl übertragen worden, der zwar keine Diagonale ist, aber doch wie die Diagonale ein gleichschenkliges Dreieck abtheilt, das hier keinen rechten Winkel, sondern einen spitzen dafür hat und zwar den Winkel der Neigung der zu theilenden Linie ay , der am unteren Distanzpunkt V mit 56° angegeben ist. — Ganz ebenso verhält es sich aber in der ersten Figur, dort ist die perspectivische Linie aA eine solche, die sich rechtwinklig zur Bildebene verhält, daher schliessen die Schenkel des perspectivischen Dreiecks dab einen rechten Winkel ein, die Diagonale aber schneidet diese Schenkel unter Winkel von 45° ; diese Neigung müssen wir auch geometrisch nachweisen können. Gab in Fig. II. die Linie Vx an der Verticale bei V den Neigungswinkel 56° an, so muss hier, in Fig. I, auch eine Verbindung des Punktes D rechts mit V den Neigungswinkel angeben. Wir verbinden diese beiden Punkte, messen den Winkel, er giebt 45° an.

Was die Theilung selber anbelangt, so ist das Princip der Theilung in beiden Fällen dasselbe. Der Sehstrahl ist die Theilungslinie, wenn auch die äussere Gestalt in Fig. II. eine andere ist. Wir haben, wie schon gesagt, es hier mit keiner Diagonale als Theilungslinie zu thun, sondern mit einer anderen geneigten Linie, welche die geometrische wie die perspectivische Linie unter gleichen Winkeln schneidet und dadurch ein gleichschenkliges Dreieck herstellt. Der Verschwindungspunkt dieser Theilungslinien ist nicht festliegend, sondern richtet sich, selbstredend, je nach der Richtung der zu theilenden Linie. — Wenn wir diesen Punkt, der in allen bisherigen Zeichnungen t genannt worden ist, finden wollen, so fragen wir uns: wie haben wir den Distanzpunkt gefunden? Diese Frage ist zwar nach der Art und Weise, wie wir ihn gefunden, hier nicht erschöpfend zu beantworten, aber das Wesen der Sache haben wir doch gefunden und ergründet. Auf Seite 24 und 25 haben wir gesehen, dass die vier um das Auge liegenden Distanzpunkte alle in gleicher Entfernung um dasselbe liegen, und zwar in der Entfernung des wirklichen Auges vom Bilde, dem Augenpunkt A , und dass diese Punkte, für die Linien nach dem Augenpunkt A , Fig. IV, eigentlich die Theilungslinien sind, denn es sind die Verschwindungspunkte der Diagonalen. Wir haben also, Seite 39 unten, das Auge in den

Horizont gelegt und zwar von dem Verschwindungspunkt der zu theilenden Linie aus wie in Fig. IV, dieser Verschwindungspunkt war der Augenpunkt. Versuchen wir hier dasselbe in Fig. II nachträglich einzuschalten. Die Entfernung des Auges vom Verschwindungspunkt ist hier der Parallelstrahl Vy legen wir diesen hier durch einen Bogen wie in Fig. V vom Punkte y aus, auf den Horizont, so treffen wir in einen Punkt, den wir t wie überall nennen, es liegt das Auge jetzt in t , also in der Bildebene, die Quadratseite ab liegt aber ebenfalls in der Bildebene, und der Sehstrahl bt den wir nun ziehen ist die Theilungslinie, sie trifft genau den Punkt d den wir schon früher im Raume auf der Tafel durch den Sehstrahl Vy gefunden haben.

Die Theilung in senkrechter Ebene ist im Princip dieselbe. Der Sehstrahl Vx ist in die Grenzlinie von x nach y gelegt worden und hier wieder der Verschwindungspunkt einer wirklichen Diagonale fd , was auch sehr natürlich, denn betrachten wir die Figur so, dass die Linie xz nach oben horizontal zu liegen kommt, so haben wir wieder vollständig Fig. I., t ist dann das Auge, welches nach y in den Horizont gelegt und statt Dy ergeben hat. Die halben Diagonalen verhalten sich ebenso, nur, wie oben schon bemerkt, in umgekehrter Ordnung.

Somit haben wir uns den Beweis der Richtigkeit unserer Construction vollständig geliefert und können nun die Regel für die Theilung aller perspectivischen Linien in folgenden zwei Sätzen zusammenfassen.

- 1) Die Entfernung des Auges vom Verschwindungspunkt der zu theilenden Linie ist auf den Horizont (Grenzlinie) der Ebene zu legen, in welcher die Theilung geschehen soll.
- 2) Das geometrische Mass ist parallel mit diesem Horizont (Grenzlinie) anzulegen.

Somit glauben wir, alles Material zu unseren Uebungen im Perspectiv-Zeichnen uns klar und handlich zurecht gelegt zu haben.

Zweiter Abschnitt.

Uebungen im praktischen Perspectiv-Zeichnen.

Zu den Zeichnungen, die wir jetzt mit Zuhilfenahme der bisher gemachten Erfahrungen unternehmen wollen, behalten wir die Anordnung der bisherigen Zeichnungen bei. Horizont, Verticale, Distanzpunkt legen wir ganz in derselben Art an, als in der ersten und dritten Zeichnung, nur die Grundlinie liegt uns für unseren jetzigen Zweck etwas zu tief, wir legen sie deshalb um einen Centimeter höher, so dass sie 5 cm unter den Horizont zu liegen kommt.

Da wir uns von nun an bestimmter Masse zu den Aufgaben, die wir uns stellen, bedienen wollen, entschliessen wir uns, den Centimeter wieder als Masseinheit annehmen zu wollen; dabei wollen wir uns ein bestimmtes gangbares Mass denken und diese Masseinheit M nennen, also $1 M$, $2 M$, $20 M$ und so fort. Dieses Mass legen wir gleich bei allen Zeichnungen mit der Grundlinie an und benennen den ersten Theil neben der Verticale mit 1 und so fort bis 6 , so dass wir 1 bis 6 rechts und 1 bis 6 links von der Verticale zu liegen haben, den Augenpunkt benennen wir mit A , die Distanzpunkte D , die untere Distanz V .

Somit sind alle Vorbereitungen zur Zeichnung getroffen und beschliessen wir, einen Würfel perspectivisch zu zeichnen.

Dieser Würfel soll $3 M$ Quadrat sein, seine Vorderansicht soll in der Bildebene liegen, er soll zur Linken der Verticale in den Masstheilen von 2 bis 5 stehen.

Die erste Arbeit ist das perspectivische Grundquadrat, wir ziehen aus den Punkten 2 und 5 links Linien nach dem Augenpunkt, jedoch beobachten wir hierbei die Vorsicht, diese Linien nicht ganz bis zum Augenpunkt zu ziehen, weil wir noch mehr Zeichnungen auf dieses Blatt beabsichtigen und uns unnöthige Linien dann hinderlich sein würden. Diesen Linien geben wir die perspectivische Tiefe, indem wir

von Punkt 2 links nach D links ziehen, auch diese Linie ziehen wir nicht weiter, als bis wir die Linie $5A$ getroffen haben, von diesem Punkt aus ergänzt eine Parallele mit dem Horizont das Grundquadrat.

Mit der vorderen Seite dieses Grundquadrats 2 bis 5 Grundlinie errichten wir ein geometrisches Quadrat, dieses liegt in der Bildebene und giebt die vordere Ansicht des Würfels.

Den übrigen Theil der Ausführung finden wir jetzt durch Ergänzung; wir ziehen von den beiden oberen Ecken der Vorderansicht kurze Linien nach dem Augenzentrum, stellen in die hintere rechte Ecke des Grundquadrats eine Senkrechte, diese trifft die nach dem Augenzentrum gezogene Linie und zuletzt ergänzt eine Parallele mit dem Horizont die obere Aufsicht. Wir bemerken, dass der linke hintere Eckpunkt der oberen Aufsicht genau über den hinteren linken Eckpunkt des Grundquadrats liegt, die dazwischen stehende senkrechte Linie ziehen wir aber nicht, weil diese nicht sichtbar ist, merken aber zur Controle der Zeichnung darauf, dass diese Punkte senkrecht über einander liegen müssen.

Der Würfel ist fertig, wir ziehen ihn mit Tusche aus, den Umriss des Grundquadrats, soweit er nicht sichtbar ist, punktiren wir, ebenso die Diagonale darin.

Ein zweiter Würfel von genau derselben Grösse soll jetzt in einer anderen Tiefe des Bildes aufgestellt werden. Er soll in derselben Tiefe des Bildes seinen Anfang nehmen, wo der erste aufhört, aber der Zwischenraum zwischen beiden soll $4 M$ betragen.

Von dem Punkt 2 links zählen wir auf der Grundlinie des Bildes $4 M$ ab und kommen auf den Punkt 2 rechts. Von diesem Punkt ziehen wir eine Linie nach dem Augenzentrum, aber immer mit der Vorsicht, dieselbe nicht ganz hinaufzuziehen, die $3 M$ der Quadratseite des Würfels zählen wir vom Punkt 2 rechts ebenfalls weiter ab, und kommen auf den Punkt 5 rechts, von diesem Punkt ziehen wir ebenfalls eine Linie nach dem Augenzentrum, mit derselben Vorsicht. Zwischen diesen beiden Linien muss nun die Kante des Würfels liegen. Die Vorderkante des Grundrisses für den neuen Würfel liegt in derselben Tiefe als die Hinterkante des ersten, daher ziehen wir von dieser eine Parallele mit dem Horizont bis zur Linie $5A$, so liegt zwischen $2A$ und $5A$ diese neue Vorderkante. Vom linken Eckpunkte dieser neuen Vorderkante ziehen wir eine Diagonale nach D rechts und finden die rechte hintere Ecke auf der Linie $5A$, von hier aus ergänzen wir den Grundriss des neuen Würfels durch eine Parallele mit dem Horizont.

Die Ausführung des Würfels ist nun dieselbe, wie die des ersten. Wir stellen ein geometrisches Quadrat auf die Vorderkante des Grundrisses und ergänzen den Würfel ganz ebenso als den ersten. Hierbei

bemerken wir, dass die Höhe der Vorderansicht des neuen Würfels genau dieselbe ist als die Höhe der Hinterkante des ersten.

Damit die beiden Würfel nicht so allein dastehend erscheinen, wollen wir hinter denselben eine Wand aufstellen, diese Wand soll $2 M$ tiefer ihren Anfang nehmen, als der zweite Würfel aufhört, sie soll also zusammen $8 M$ von der Grundlinie des Bildes entfernt liegen. Diese $8 M$ Tiefe, wie sollen wir die erhalten, wir denken nach, $6 M$ Tiefe haben wir schon mit der hinteren Kante des zweiten Würfels erreicht, es fehlen also nur noch $2 M$. Wir bemerken, dass die hintere linke Ecke des zweiten Würfels $2 M$ von der Verticale entfernt liegt, diese $2 M$ könnten wir ja als Mass benutzen. Daher ziehen wir von dieser hinteren linken Ecke eine Parallele mit dem Horizont bis zur Verticale. Diese Verticale ist ebensogut eine perspectivische Linie wie alle anderen, die nach dem Augenpunkt laufen, daher benützen wir die letztgezogene Linie von $2 M$, um auf die Verticale diese Länge perspectivisch aufzutragen; dies geschieht, indem wir von der hintern linken Ecke des Grundrisses des zweiten Würfels eine Linie nach D links ziehen, bis wir die Verticale treffen. Durch diesen Punkt liegt die Grundlinie der Wand parallel mit dem Horizont.

Die Breite dieser Wand bestimmen wir auf $18 M$. Wie sollen wir diese $18 M$ perspectivisch auf die Grundlinie der Wand bringen? Von diesen $18 M$ liegen, da die Verticale unser Bild halbt, zu jeder Seite derselben $9 M$. Auf der Grundlinie des Bildes haben wir $6 M$ rechts, es fehlen noch $3 M$, da der Raum ausreicht, verlängern wir die Grundlinie des Bildes, legen die 3 noch darauf, so dass wir $9 M$ rechts von der Verticale haben. Von diesem Punkt 9 ziehen wir nach dem Augenpunkt bis zur Grundlinie der Wand, hier haben wir nun $9 M$ perspectivisch für diese Tiefe des Bildes erhalten. Diese perspectivischen $9 M$ tragen wir von der Verticale aus nach der andern Seite über und wir haben die $18 M$ breite Wand im Grundriss bestimmt. Wollen wir eine Probe machen, ob wir richtig gerechnet haben, so ziehen wir durch den letztgefundenen linken Endpunkt der Wand eine Linie vom Augenpunkt aus, diese muss dann auf der Grundlinie des Bildes ebenfalls in einem Punkt ankommen, welche $9 M$ links von der Verticale entfernt liegt.

Diese Wand soll $12 M$ hoch werden. Unserem Grundsatz getreu, nur Linien zu ziehen, wo sie unbedingt nöthig sind, und wo sie auch am wenigsten stören, sehen wir uns um, wo wir wohl diese $12 M$ herbekommen. Der Punkt 6 rechts auf der Grundlinie des Bildes scheint uns geeignet, diese $6 M$ der Grundlinie durch eine Linie $6A$ auf die Grundlinie der Wand zu übertragen, hier treffen wir innerhalb des kleinen Würfels auf die Grundlinie der Wand, und dieser Punkt liegt ebenfalls $6 M$ perspectivisch von der Verticale entfernt. Wir nehmen

den Zirkel und setzen diese $6 M$ zweimal, zu jeder Seite der Wand, übereinander, haben die Höhe gefunden und begrenzen jetzt die hintere Wand.

Diese leere Wand sieht uns aber zu öde aus, es könnten da wohl noch eine Thür und 2 Fenster darin sein, diese würden das Bild lebendiger machen.

Die Thür soll $4 M$ breit und $7 M$ hoch sein und in der Mitte liegen, $1 M$ von der Thür entfernt soll zu jeder Seite ein Fenster liegen, welches $3 M$ breit ist. Thür und Fenster sollen in gleicher Höhe mit Bögen schliessen. Die Fenster sollen bis zu Anfang, von unten gerechnet, $4 M$ Fusshöhe haben.

Unser erster Gedanke zur Ausführung ist, gleich alle 6 senkrechten Linien zugleich aufzureissen. Da jeder Würfel $2 M$ von der Verticale seitlich liegt, so haben wir nur die beiden inneren Würfelseiten bis zur Grundlinie der Wand zu verlängern und wir haben den Grundriss zur Thür, die Fensterbreite holen wir von der Grundlinie des Bildes aus den Punkten 3 und 6 herauf, wovon wir schon die Linie $6A$ rechts haben, in allen diesen Punkten stellen wir senkrechte Linien.

Wo nun die Höhe der Thür, die $7 M$ herholen, ohne neue Linien zu ziehen, denn Linien wollen wir vermeiden wo irgend möglich, wir sehen uns um. Durch die Linie $6A$ haben wir auf der Grundlinie der Wand $6 M$ perspectivisch, es fehlt also nur noch $1 M$, dieses $1 M$ liegt aber in der Grundlinie der Wand zwischen Thür und Fenster, diese 6 stellen wir also auf und das $1 M$ dazu so haben wir $7 M$ Höhe für Thür und Fenster, wir ziehen hier eine Parallele mit dem Horizont und begrenzen Thür und die Fenster nach oben durch einen halben Zirkelschlag.

Die Fenster haben nun noch ihre Fusshöhe zu erhalten, nämlich $4 M$, das ist sehr leicht, wir nehmen entweder die $4 M$ der Thürbreite, legen sie von oben her an, oder wir nehmen die $3 M$ Fensterbreite und legen sie von unten herauf an.

Bei dieser ganzen Zeichnung haben wir bemerkt, dass ein äusserst genaues Verfahren hinsichtlich der Ausführung nöthig ist; die geringste Abweichung von der senkrechten oder von der horizontalen Richtung, eine stumpfe Bleistiftspitze, ungenaues Schneiden der Linien, oder nicht genaues Beobachten der Schneidepunkte und sonstige Uncorrectheiten, das alles bestraft sich. Ein kleiner Fehler wird durch ferneres darauf Fortbauen zu einem grossen, zuletzt entsteht eine Verwirrung und es wird zeitraubend, dem Fehler nachzuspüren und zu corrigiren.

Wir sind aber vollkommen sicher, dass unsere Zeichnung correct ist, wir ziehen daher die zur Zeichnung gehörenden Linien mit Tusche aus. Alle Hülfslinien aber punktiren wir wie gewöhnlich, aber nur so weit, als sie nöthig waren, um die Punkte zu finden, die wir zu suchen hatten.

In der jetzt folgenden Zeichnung stellen wir uns die Aufgabe, alle Theilungen in verticalen Ebenen vorzunehmen.

Zunächst wollen wir einen Würfel zeichnen von $2 M$ Quadrat, der in 2 bis 4 der Grundlinie rechts steht. — Auf 2 bis 4 stellen wir daher ein geometrisches Quadrat und ziehen von 2 eine Linie nach A ; von der oberen linken Ecke des Quadrats ziehen wir eine Linie nach V , diese schneidet $2A$ im hinteren Eckpunkt des Würfels, wir stellen daher eine Senkrechte in diesem Punkt und ergänzen nun den Würfel d. h. wir ziehen aus den beiden vorderen Ecken nach A und schneiden hinten mit einer Parallele des Horizonts ab. Diesen Würfel ziehen wir gleich mit Tusche aus, punktiren aber die Theilungslinie bis V vollständig, damit wir wissen, die Theilung ist in verticaler Ebene vor sich gegangen.

Ein zweiter Würfel soll mit diesem in gleicher Richtung $10 M$ von der Grundlinie des Bildes entfernt aufgestellt werden.

Die Linie $2A$ verlängern wir ein wenig, sollte sie nicht schon weit genug gezogen sein, ziehen auch ebenso weit eine Linie von 4 nach A . In dem Punkt 2 , in welchem schon die andere Würfelseite steht, stellen wir eine Senkrechte von $10 M$ Höhe, das Mass hierzu entnehmen wir der Grundlinie, es ist dasselbe, da es hier senkrecht steht. Von diesem Punkt, den wir mit 10 bezeichnen, ziehen wir nach V und schneiden $2A$ in $10 M$ perspectivischer Tiefe. Dieser Punkt ist die untere linke Ecke der Vorderseite des neuen Würfels, daher giebt auch eine Parallele mit dem Horizont durch diesen Punkt bis zu $4A$ die untere Seite an. Auf diese Linie stellen wir die vordere geometrische Ansicht des Würfels; die neue Theilung können wir jetzt ebenso machen als beim ersten Würfel, da wir aber in der anderen, nicht sichtbaren Seitenebene des Würfels schärfer schneiden können, so thun wir es hier, daher ziehen wir von der oberen rechten Ecke der Vorderansicht nach V und schneiden die Linie $4A$, so haben wir die hintere Ecke gefunden, von der aus wir den Würfel ergänzen, indem wir zuerst eine Parallele mit dem Horizont bis zu $2A$ und von hier ebenso verfahren als beim ersten Würfel.

In dem Punkt 4 links der Grundlinie soll ein Pappelbaum stehen, derselbe hat $10 M$ Höhe, der Stamm ist $2\frac{1}{2} M$ hoch bis zum Anfang des Laubes.

Im Punkt 4 stellen wir eine senkrechte Linie von $10 M$ Höhe und zeichnen auf dieser als Mittellinie den Baum geschmackvoll nur in äusserer Contur hin.

Dieser Baum soll der erste einer Baumreihe sein, deren Bäume von 3 zu $3 M$ Entfernung gepflanzt sind.

Von 4 links ziehen wir nach A die Richtung der Baumreihe vor, legen auf der Mittellinie des ersten Baumes von unten auf zuerst $3 M$, dann wieder 3 und nochmals 3 , so sind wir $9 M$ hoch, und bezeichnen diese Punkte mit $3, 6, 9$. Von 3 nach V giebt auf $4A$ eine perspec-

tivische Entfernung von $3 M$ an, hier stellen wir eine Senkrechte, bis sie gegen eine Linie, die von der Spitze des Baumes nach A gezogen wird, stösst. Dies ist die Mittellinie des zweiten Baumes, den wir aber nicht aufzeichnen. Den dritten finden wir durch eine Linie von 6 nach V , den vierten von 9 nach V . Hier hört unser Mass auf, wir müssen auf der Mittellinie des vierten Baumes ein neues herstellen, deshalb tragen wir die Masse des ersten Baumes $3, 6, 9$ durch Linien nach A , auf die vierte senkrechte Linie über, markiren die Masse dort durch Punkte ohne die Linien selber zu ziehen. Mit diesen neuen verkleinerten Massen verfahren wir nun ganz ebenso als mit den ersten. Die Bäume zeichnen wir nicht weiter aus, weil wir die Construction sichtbar behalten wollen, sondern punktiren die Linien, lassen aber nur die Linien $3 V$ und $6 V$ bis V auslaufen, die übrigen nur so weit, als sie gebraucht worden sind.

Zur Probe, ob eine Theilung in horizontaler Ebene dasselbe Resultat giebt, zählen wir von 4 links, den Fusspunkt des ersten Baumes $3 M$ nach rechts ab, kommen auf den Punkt 1 und ziehen von hier eine Linie nach D links, diese trifft den Fusspunkt des zweiten Baumes ganz genau. — Diese Linie punktiren wir bis D .

Auf der rechten Seite hinter den Würfeln soll die Seitenfront eines Gebäudes im Punkte 6 der Grundlinie ihren Anfang nehmen. Das Gebäude hat $10 M$ Tiefe und $10 M$ Höhe nebst 4 Fenstern je 2 übereinander. Die unteren Fenster fangen bei $2 M$ Höhe an und sind $4 M$ hoch, die oberen fangen bei $7 M$ Höhe an und sind $2 M$ hoch. Alle Fenster sind $2 M$ breit und stehen auch $2 M$ auseinander.

Die Grundlinie des Gebäudes reissen wir von 6 rechts nach A vor, stellen in 6 eine Senkrechte, tragen auf diese $10 M$ auf und benennen diese Masse von unten herauf mit 1 bis 10 . Von $2, 6, 7, 9$ dieser Linie reissen wir die horizontalen Unter- und Oberkanten der Fenster nach A vor. Vom Punkt 2 ziehen wir nach V , dadurch erhalten wir auf $6A$ $2 M$ Tiefe, hier stellen wir eine Senkrechte als die erste senkrechte Kante der Fenster, deren Ecken nun auf den Schneidepunkten mit $2, 6, 7$ und $9A$ liegen. Vom Schneidepunkt in der Linie $2A$ ziehen wir eine Linie nach V , bis wir die Grundlinie $6A$ treffen, nicht weiter, hierdurch theilen wir wieder $2 M$ Tiefe ab, als die Breite der Fenster, in diesem Punkt steht die hintere senkrechte Kante der ersten Fenster. Wieder vom Schneidepunkt dieser Senkrechten mit $2A$ eine Linie nach V bis zur Grundlinie $6A$ giebt hier den Anfang der zweiten Fenster und eine Senkrechte in diesem Punkt die vorderen senkrechten Kanten. Wieder eine Linie im Schneidepunkt in $2A$ giebt die hinteren Seiten der zweiten Fenster, und nochmals ebenso giebt den Grundpunkt der hinteren senkrechten Linie des Gebäudes, letztere liegt dann $10 M$ vom Punkt 6 in der Grundlinie entfernt. Die Seitenfront ist nur durch eine Linie von $10A$ zu ergänzen.

Alles, was Zeichnung ist, ziehen wir jetzt fest aus, von den punkirten Linien aber nur die Linie $2A$ und die von dieser nach V laufenden Linien nur bis zur Grundlinie des Gebäudes.

In der Richtung der Seitenfront sollen jetzt noch $90 M$ Entfernung von der Grundlinie des Bildes an abgemessen werden.

Die Linie $6A$ verlängern wir bis zum Augenpunkt, um die Entfernung darauf abzutheilen. Die hintere senkrechte Seite des Gebäudes ist $10 M$ perspectivisch hoch und der Horizont geht durch die Mitte der Linie, theilt sie also in je 5 Theile, solche 5 stellen wir noch auf die verlängerte Senkrechte und erhalten damit $15 M$ Höhe, diesen Punkt bezeichnen wir mit 15. Ziehen wir von diesem Punkt nach V , so erhalten wir im Schnidepunkt mit $6A$ 15, mit Zurechnung der $10 M$ des Gebäudes $25 M$ von der Grundlinie des Bildes entfernt, den nun gefundenen Punkt benennen wir mit 25. Stellen wir nun im Punkt 25 eine senkrechte Linie von $25 M$ Höhe, so erhalten wir dadurch $50 M$ Tiefe, das machen wir folgendermassen. Wir verlängern die Linie $10A$, die obere Kante des Gebäudes, bis zum Augenpunkt, hierdurch erhalten wir zwischen der Grundlinie $6A$ und der letztgezogenen, bis zum Augenpunkt $10 M$ Entfernung, weil beide Linien perspectivische Parallellinien sind, der Horizont aber liegt auf der Hälfte dazwischen, also liegen zu jeder Seite desselben $5 M$ perspectivisch. Auf der senkrechten Linie in 25 legen wir nun fünfmal die Hälfte, oder zweimal die ganze und dann noch die halbe Entfernung beider Linien und erhalten so die erlangten $25 M$ perspectivische Höhe, die wir mit 25 bezeichnen. Von diesem Punkt nach V giebt wieder $25 M$ weitere Tiefe, also im Ganzen $50 M$, was wir auch dabei notiren. Es bleiben nun noch $40 M$ Tiefe weiter zu ermitteln. In dem Punkt 50 stellen wir eine Senkrechte von $40 M$ Höhe, indem wir die Entfernung zwischen $6A$ und $10A$ viermal übereinander stellen, eine Linie nach V giebt dann die $90 M$ auf $6A$ an. Diese ganze Construction, soweit wir sie oberhalb der Linie $6A$ gebraucht haben, punktiren wir, während wir die Verlängerungen nach V fortlassen. Den Punkt 90 als die gefundene Tiefe benennen wir ebenfalls.

Diese Studie erklären wir hiermit für beendet.

Für die nächstfolgende Zeichnung wollen wir uns die Aufgabe stellen, verschiedene Entfernungen in verschiedenen horizontalen Ebenen zu finden, dabei die Theilung ebenfalls in horizontalen Ebenen vorzunehmen.

Wie in allen unseren bisherigen Zeichnungen bleibt die Anordnung dieselbe.

Zunächst wollen wir einen Quaderstein von $4 M$ Grundquadrat und $3 M$ Höhe, in 2 Tiefe und 3 Entfernung rechts von der Verticale aufstellen.

Von 3 rechts eine Linie in der Richtung nach A , auf dieser theilen wir $2 M$ ab, indem wir von 1 rechts nach D rechts ziehen, der Schnidepunkt mit $3A$ giebt die zunächst liegende Ecke des Grundrisses, worin wir eine Senkrechte stellen und eine Parallele mit dem Horizont legen, bis wir eine Linie von 7 der Grundlinie nach A getroffen haben, dies ist die vordere Grundlinie der Quader. In den Endpunkten derselben stellen wir senkrechte Linie von $3 M$ Höhe folgendermassen. In dem Punkt 7 rechts stellen wir eine senkrechte Linie, gleichzeitig als die rechtsliegende Begrenzung des Bildes, auf welche wir $10 M$ legen, das wir der Grundlinie entnehmen. Ziehen wir nun vom Punkt 3 dieses Masses nach A , so treffen wir die Senkrechte, welche wir in den rechten hintern Eckpunkt der Grundlinie der Quader gestellt und bringen hierdurch $3 M$ perspectivische Höhe auf diese Linie. Durch diesen Punkt liegt die obere Kante der Quader. Wollen wir nun die Quader ergänzen, so führen wir die Linie $1D$ weiter nach D rechts, bis wir die Linie $7A$ treffen, dort erhalten wir die hintere Ecke und ergänzen nun wie in den vorhergehenden Zeichnungen die Quader selbst.

Auf diesen Quader wollen wir ein Kreuz stellen, dessen Stamm $1\frac{1}{2} M$ Quadrat ist, die Höhe des Stammes soll $10\frac{1}{2} M$, der Arm ein Stammquadrat von oben entfernt und 3 Stammquadrat breit sein.

Weil die obere Aufsicht, der Nähe des Horizonts wegen, uns nicht recht freie Bewegung gestattet, beschliessen wir, den Grundriss des Stammes in der Grundebene der Quader anzulegen. Eine Linie $5A$ würde die Mitte in dieser Grundebene angeben, allein da wir sie nicht brauchen, bleiben wir unserem Grundsatz getreu, unnöthige Linien zu vermeiden. Wir legen daher zu jeder Seite des fünften Masstheils $7\frac{1}{2} mm$, die Hälfte der Stammbreite, und ziehen von diesen Punkten nach A , die erste Linie etwas über die Diagonale hinaus, die andere bis an die Diagonale und ergänzen hier von den Schnidepunkten mit der Diagonale aus durch Parallelen mit dem Horizont das Grundquadrat des Stammes. In den Punkten, in welcher die beiden letztgezogenen Linien die Vorderseite des grossen Grundquadrats schneiden, stellen wir senkrechte Linien bis zur oberen Vorderkante der Aufsicht und von hier führen wir sie nach A in der oberen Aufsicht weiter. Letztgezogene Linien liegen nun genau senkrecht über die erst gezogene in der Grundebene. Stellen wir jetzt in den drei vorderen sichtbaren Ecken des kleinen Stammgrundrisses senkrechte Linien von etwa 8 cm Höhe, so müssen wir hierdurch die drei sichtbaren senkrechten Seitenkanten des Stammes erhalten. In der oberen Aufsicht der Quader ergänzen wir durch eine kleine Parallele mit dem Horizont den Durchschnitt (Grundriss) des Stammes in der Aufsicht.

Um die perspectivische Höhe des Stammes zu ermitteln, denken wir

uns, die Senkrechte im Punkt 7 mit den Massen sei die Vorderkante einer senkrechten Wand, deren Grundlinie die Linie $7A$ sei; wenn wir nun von $10\frac{1}{2}$ des Masses auf der Senkrechten, eine Linie nach A ziehen, so müssen wir einen Punkt berühren, welcher in gleicher Ebene mit der Vorderansicht des Stammes liegt und von der verlängerten Oberkante des Stammes, welche wir suchen, getroffen werden muss. Um diesen Punkt zu finden, verlängern wir die Vorderkante des kleinen Stammgrundrisses in der Grundebene bis zur Linie $7A$, der Grundlinie der gedachten Wand, ziehen von hier senkrecht hinauf bis zur Linie $10\frac{1}{2}A$ und legen durch diesen Punkt eine Parallele mit dem Horizont bis über die beiden senkrechten Stammseitenlinien und wir haben die perspectivische Höhe des Stammes gefunden.

Den übrigen Theil der Zeichnung des Kreuzes finden wir durch Ergänzung. Ein Quadrat mit der oberen Kante des Stammes liegt die Oberkante des Armes, ein Quadrat tiefer die Unterkante, und zu jeder Seite ragt der Arm ein Stammquadrat hinaus; somit ist die Vorderansicht fertig. Die perspectivische Seitenansicht des Stammes ergänzen wir durch kleine Linien nach A , zuerst von der höchsten Ecke, dann von dem unteren Winkel des Armes; diese letzte Linie schneidet die hintere senkrechte Stammkante, hier eine Parallele mit dem Horizont, auch auf der rechten Seite von der unteren vorderen Ecke des Armes nach A , vom Schneidepunkt mit der Parallele senkrecht, dann von der oberen Ecke des Armes nach A und diese Seite ist fertig. Die rechte Seite des Armes hat noch eine kleine Untersicht, deren Ergänzung selbstverständlich ist. Die fertig gestellte Zeichnung reissen wir aus, während wir die Hilfslinien nur so weit, als sie gebraucht sind, fein punktiren.

Dieses Kreuz mit der Quader steht auf einer Terrasse, von der zwei Stufen herunterführen. Die Stufen sind $1 M$ hoch, die untere $1\frac{1}{2} M$ breit. Die vordere Stufenkante läuft $2 M$ von der sichtbaren Seite der Quader mit dieser parallel und die Terrasse ist $6 M$ hinter dem Quader durch eine kleine Mauer als Brustwehr begrenzt.

Von der Grundlinie der Seitenansicht des Quadersteins $3A$ zählen wir $2 M$ nach vorne und kommen auf den Punkt 1; von diesem Punkt reissen wir nach A die Vorderkante der Terrasse vor; dieser Linie wollen wir gleich die bestimmte Tiefe geben; bis zu Anfang der Mauer sind $6 M$ tiefer als die hintere unsichtbare Seite der Quader; wenn wir vom hinteren Eckpunkt des Quadergrundrisses, der bekanntlich $6 M$ von der Vorderkante der Terrasse entfernt liegt, wo schon eine Diagonale nach D rechts endigt, eine Linie nach D links ziehen, so treffen wir auf $1A$ in den gesuchten Punkt, den wir m nennen wollen; von welchem aus wir eine Parallele in dem Horizont bis zur Seitenansicht der Quader ziehen.

Zur perspectivischen Zeichnung der Treppenstufen brauchen wir ein geometrisches Profil, dieses legen wir am zweckmässigsten unterhalb der Grundlinie des Bildes an den Punkt 1 (rechts), hier lassen wir eine kleine Senkrechte von 1 M nieder, ziehen nach links eine Parallele mit dem Horizont, von 2 M dann wieder eine Senkrechte von 1 M , diesen Punkt wollen wir c nennen. Von c links legen wir eine Parallele mit dem Horizont und legen auf diese, da sie in der Ebene des Bildes liegt und die Durchgangslinie der tieferliegenden Terrassen-Ebene ist, 8 M , die wir der Grundlinie entnehmen; diese Masstheile numeriren wir bei c links, den ersten mit 1, so dass 5 genau unter der linken Seitenlinie des Bildes zu liegen kommt, punktiren dieses Profil aus und schreiben die Zahlen dabei.

Von den Ecken und Winkeln dieses Profils reissen wir die perspectivischen Linien der Stufen nach A auf, begrenzen die erste Stufenansicht hinten mit einer kleinen Senkrechten, die wir von m niederlassen, den Auftritt der unteren Stufe durch eine Horizontale, die nicht sichtbare Ansicht dieser Stufe wieder mit einer Senkrechten, hier treffen wir auf die Linie cA , welchen Punkt wir n nennen wollen; bei dieser Arbeit gebrauchen wir die Vorsicht, darauf zu achten, dass die Senkrechten in m und n halb so gross sein müssen als der horizontale Auftritt, der ohnehin von der Verticale in zwei gleiche Theile getheilt wird. Von dem Punkt n legen wir eine Parallele mit dem Horizont nach links, bis 1 cm vor der linken Seitenlinie des Bildes, die hier wieder, wie auf der rechten Seite, 7 M von der Verticale entfernt ist.

Die Höhe der Mauer, die der Terrasse als Brustwehr dient, wollen wir nach Proportion bestimmen. Wir stellen in den hinteren Eckpunkt der unteren Stufe eine Senkrechte von 2 cm Höhe, legen durch diesen Punkt eine Parallele mit dem Horizont bis zum Stamm des Kreuzes und führen dieselbe auf der anderen Seite noch etwa 2 cm weiter.

Um die rechte Seite des Bildes hinter dem Kreuz noch etwas interessanter zu machen, beschliessen wir, hier durch eine freie Composition abzuhefen. Wir verlängern die Horizontale vom Punkt m auf die rechte Seite des Grundes, ohne aber durch diese zu ziehen, und bleiben 1 cm von der senkrechten Seitenlinie des Bildes stehen; diesen Punkt nennen wir f , in f stellen wir eine Stufenhöhe, die wir von der kleinen senkrechten Stufenansicht unter m entnehmen, durch f ziehen wir eine Linie vom Augenpunkt nach vorne, ebenso von dem über f liegenden Punkt und begrenzen diese Stufenansicht oben durch eine Parallele mit dem Horizont.

Nun muss aber nothwendiger Weise die Mauer über der Stufe erhöht werden, daher stellen wir in f eine Senkrechte, mit der wir aber erst über der horizontalen Begrenzung der Mauer beginnen und dann

1 cm fortführen, von hier aber parallel mit dem Horizont gegen die Seitenlinie des Bildes ziehen. Diese Mauer muss eine Dick-Ansicht erhalten. Um uns Rechenschaft über diese Dicke der Mauer geben zu können, bestimmen wir diese auf die Dicke einer Stufenhöhe, eine solche haben wir bequem zur Hand, es ist die Höhe über f , diese nehmen wir mit dem Zirkel, legen sie von dem Winkel der Mauer und des Aufsatzes auf die Horizontale, ziehen eine Linie nach D rechts, diese schneiden wir durch eine kleine Linie von dem Winkel nach A und ergänzen nun die An- und Aufsicht der Mauer durchweg.

Auf der Terrasse befindet sich eine Person, sie steht in der Mitte zwischen dem Punkt m und der hinteren senkrechten Seite der Quader an der Mauer und blickt über diese hinaus in die Ferne.

Wir wissen, dass der Horizont durch die Höhe des Auges bestimmt wurde, daher muss, da diese Terrasse mit der Grundlinie des Bildes in gleicher Höhe liegt, das Auge der Person im Horizonte liegen. Wir zeichnen nun diese Person in Bossenform so an dieser Stelle, dass der Horizont durch den Kopf der Person liegt. Hiermit erklären wir diesen Theil der Zeichnung für beendet und reissen ihn nach unserer bisherigen Art und Weise mit Tusche aus, d. h. bis zur Grundlinie des Bildes fest, das Uebrige punktirt.

Die Linie, welche im Punkt n parallel mit dem Horizont vorgerissen ist, hat noch keine Begrenzung gefunden, wir bestimmen dieselbe 12 M Breite und incl. des einem M von n bis zur Verticale im Ganzen 13 M . Auf der Horizontalen im Punkte c unter dem Bilde haben wir bereits acht Masstheile der Grundlinie gelegt, reissen wir vom Punkt 6 in der Richtung nach A bis zur Terrassenkante, so müssen wir hier 6 perspectivische M von n entfernt eintreffen, legen wir diese Entfernung noch einmal nach links, so haben wir die verlangten 12 M perspectivisch erhalten und benennen diesen Punkt mit e .

In dem Punkt e stellen wir eine Senkrechte von $1\frac{1}{2}$ cm Höhe, ziehen durch ihre Endpunkte von A aus nach vorne und begrenzen diesen Quaderstein durch eine Horizontale oben auf.

Für die fernere Benutzung des Raumes stellen wir uns folgende Aufgabe: Die Horizontale in e ist die Oberkante einer zweistufigen Treppe, in derselben Art als die vordere. Unterhalb dieser zwei Stufen nimmt die horizontale Ebene ihren Anfang und läuft fort bis in den Hintergrund.

Um uns zu überzeugen, ob man von der Treppe, welche nach hinten herunter führt, noch etwas sieht, verlängern wir die Senkrechte im Punkte e und legen auf diese Verlängerung zwei Stufenhöhen, diese sind dieselben als in n und m und die wir auch schon bei f benutzt haben, den untern Punkt nennen wir g , so dass g und e zwei Stufenhöhen von ein-

ander entfernt sind. Von g und dem mittleren Punkt ziehen wir kleine Linien in der Richtung nach A , legen durch g eine Parallele mit dem Horizont und auf diese von g aus nach rechts zwei Stufenhöhen, d. h. die Höhe von ge , ziehen nach D links und vom Schnidepunkt mit gA senkrecht, so haben wir ein perspectivisches Stufenprofil construirt und finden, dass dessen obere Ecke noch unter der Linie en liegen bleibt und daher nicht mehr sichtbar ist. Verlängern wir die Linie eA , die nur bis zum Punkt e läuft, etwas über diesen hinaus, bis wir die verlängerte senkrechte Vorderkante des Stufenprofils treffen, und ziehen oben auf eine kleine Horizontale, so erhalten wir die Ecke eines Steines, der die herunterführende Treppe begrenzt. — Dieses kleine Arrangement reissen wir in der gewohnten Art aus.

In der Ebene soll $16 M$ von der Kante der unteren Terrasse (der Linie en) und eben so weit $16 M$ von der Verticale links ein Obelisk, dessen Masse noch zu bestimmen sind, aufgestellt werden.

Die Parallele mit dem Horizont, welche wir durch den Punkt g gelegt haben, liegt in der unteren Ebene, in welcher wir uns jetzt beschäftigen sollen; wir verlängern sie bis zur Verticale und nennen diesen Punkt h . Wir wissen, dass en $12 M$ breit ist, und bis zur Verticale verlängert $13 M$. Dieses Mass transportiren wir auf die Linie gh , damit wir es in der Ebene haben, in der wir es benutzen sollen. Wir theilen daher die Linie gh in 13 gleiche Theile, die wir durch Punkte markiren und mit kleinen Zahlen benennen, von der Verticale aus gezählt, so dass 13 beim Punkt g zu liegen kommt.

Um zu controlliren, ob wir richtig getheilt und vorher richtig gezeichnet haben, ziehen wir einige Linien von dem unteren bei c liegenden Massstab, etwa vom Punkt 6, die wir schon haben, und eine andere, gleichgültig welche, nach A bis zur Kante en , und lassen von hier Senkrechte auf die Linie gh nieder; haben wir richtig getheilt und vorher richtig gezeichnet, so müssen diese Senkrechten genau in den entsprechenden Theilpunkten eintreffen. Diese letzte Construction ziehen wir später nicht mit aus, sondern wischen sie wieder fort.

Damit wir die $16 M$ perspectivische Tiefe, in welcher der Obelisk stehen soll, erhalten, legen wir links vom Punkt g noch $3 M$ auf der verlängerten Linie gh , so liegen 16 von der Verticale gerechnet in einer Reihe, dieser Punkt bezeichnen wir deutlich mit 16 . — Sollte irgend etwas der bis jetzt fertigen Construction noch nicht ausgerissen sein, so holen wir dies hier nach, alle überflüssigen Linien wischen wir fort, damit wir eine klare Uebersicht behalten.

Die Construction in der unteren Ebene beginnen wir mit einer Linie vom Punkt 16 nach A und einer Diagonale vom Punkt h in der Verticale, nach D links, der Schnidepunkt mit $16A$ ist dann der gesuchte

Punkt, in welchem die uns zunächst liegende Ecke des Obeliskens stehen soll; diesen Punkt benennen wir klein mit 16.

Der Obelisk selber soll auf einer Stufe von $1 M$ Höhe und $10 M$ Quadrat stehen, der Auftritt der Stufe ist $2 M$. Auf der Stufe steht eine Quader von $6 M$ Breite und $3\frac{1}{2} M$ Höhe. Der nun folgende Obelisk hat $28 M$ Höhe, er springt hinter den oberen Rand der Quader $\frac{1}{2} M$ zurück. $2 M$ von der Spitze entfernt ist er abgeschrägt und hat dort $2 M$ Quadrat.

Um ein sicheres Mass in der Ebene zu erhalten, reissen wir einige Linien von den Massen der Linie gh nach A hinauf; am zweckmässigsten eignet sich hierzu der Punkt 10 und der Punkt 5, hierdurch erhalten wir für die ganze Tiefe des Bildes $10 M$ oder je $5 M$ perspectivisches Mass neben der Verticale.

Durch den Punkt 16 legen wir jetzt eine Parallele mit dem Horizont bis zur Linie $5A$, auf dieser Linie nehmen wir das Mass zwischen $10A$ und $5A$, zur Vorsicht schlagen wir den Zirkel um und sehen, ob die linke Spitze auf die Verticale trifft; diese $5 M$ legen wir von dem Punkt 16 nach links, schlagen den Zirkel noch einmal um und benennen diesen Punkt 10, somit haben wir die vordere Linie des Grundquadrats erhalten. Mit einer feinen Spitze eines harten, gut angehenden Stiftes reissen wir das Grundquadrat perspectivisch auf und ziehen beide Diagonalen darin. Genau vom Schneidepunkt der Diagonalen aus legen wir eine Parallele mit dem Horizont bis zur Verticale und theilen dieselbe zwischen der Linie $5A$ und der Verticale in 5 gleiche Theile, probiren diese Theile auch über 5 hinaus bis $10A$, damit wir ein ganz sicheres Mass für diese Tiefe des Bildes erhalten. Den Zirkel aber, der nun $1 M$ gefasst hat, lassen wir bedächtig stehen, damit wir dieses Mass öfter benutzen können.

Die zuletzt gezogene Linie liegt in der Mitte des Grundquadrats und schneidet daher auch die Seitenlinie desselben in der Mitte. Dieser Punkt muss um $5 M$ weiter liegen als der Punkt 16, wir benennen ihn daher mit 21. Genau in diesem Punkt stellen wir mit dem stehengebliebenen Zirkel $1 M$ senkrecht auf, ziehen durch diesen Punkt eine Linie von A , und ergänzen die Stufe. An der aufgestellten Stufenhöhe legen wir $2 M$ derselben Zirkelspannung parallel mit dem Horizont als den Auftritt der Stufe, durch den angedeuteten Punkt ziehen wir von A aus, diese Linie schneiden wir von dem Eckpunkt der Stufe über 16, nach D links, hinten aber, vom hinteren Eckpunkt der Stufe von D rechts aus, die vordere Linie ziehen wir parallel mit dem Horizont und schneiden diese wieder vom linken Eckpunkt der unteren Stufe nach D rechts; die hinten liegenden unsichtbaren Linien ziehen wir nicht.

Die Höhe des Quadersteins $3\frac{1}{2} M$ stellen wir immer mit derselben

Zirkelspannung auf unserem bereits in der Mitte angelegten geometrischen Profile im Endpunkte der kleinen Horizontalen, welche uns die Stufenansicht angab, und ergänzen den Quaderstein nach bekannter Weise. Den Grundriss des Obeliskens in der oberen Aufsicht der Quader erhalten wir durch Anlegen von $\frac{1}{2} M$ parallel mit dem Horizont am oberen Profile, dies thun wir, ohne den Zirkel zu verstellen, und ergänzen die beiden Vorderlinien wie in der Aufsicht der Stufe mit Zuhülfenahme der Distanzpunkte ganz ebenso, wie wir dies mit der unteren Linie des Grundes gethan haben.

Behufs des Aufrisses des Obeliskens stellen wir in der Mitte des Kreuzungspunktes der Diagonalen eine Senkrechte und tragen auf diese $28 M$ unseres Masses, $2 M$ unterhalb der Spitze legen wir nach der rechten Seite hin eine kleine Parallele mit dem Horizont, und auf diese $1 M$, durch diesen Punkt liegt die Bruchkante, daher ziehen wir hier durch eine kleine Linie von A aus. Diese Linie schneiden wir vom Anheftungspunkte, $2 M$ unter der Spitze, durch eine Diagonale, von D links aus nach vorne, legen durch diesen Punkt eine kleine Parallele mit dem Horizont nach links und schneiden diese und die Seitenkante wieder durch eine Diagonale von D rechts, so haben wir die drei Eckpunkte der Bruchkante erhalten, die wir mit der Spitze und den entsprechenden Punkten in der Aufsicht des Quadersteins verbinden.

Beim Ausreissen dieses Obeliskens haben wir Acht, dass wir nicht mehr Hülfslinien und diese auch nicht länger auspunktiren, als sie gebraucht worden sind. Am besten punktiren sich solche kleine Linien mit der Stahlfeder aus freier Hand auf dem vorgerissenen Bleistiftstrich, die Punkte werden kleiner und exacter als an der Reisschiene. Bei den Aufsichten ist an den Ecken immer noch ein Stück der hinteren Kanten sichtbar, bis sie hinter dem Körper verschwinden, diese müssen von den Ecken aus entweder parallel, oder nach A ergänzt werden. —

In der Richtung der Vorderansicht der Stufe beginnt bei $50 M$ Entfernung von der Linie gh eine Mauer von $7 M$ Höhe, dieselbe setzt sich fernere $50 M$ in derselben Richtung fort.

Die Mitte des Obeliskens liegt $21 M$ entfernt, durch diesen Punkt liegt schon eine Parallele mit dem Horizont bis zur Verticale, diese ist $16 M$ lang, wir nehmen sie als Mass und ziehen von dem Endpunkt an der Verticale nach D links, so erhalten wir auf $16 A$ wieder $16 M$ weiter also $37 M$ perspectivisch und notiren dabei die Zahl 37 .

Bis zu dem verlangten Eckpunkt der Mauer fehlen noch $13 M$, diese finden wir folgendermassen: eine Parallele mit dem Horizont vom Punkt 37 bis zur Linie $5A$ ist $11 M$ perspectivisch breit, mithin fehlen noch $2 M$; verlängern wir daher die Parallele ein wenig und ziehen von dem Punkt 3 der Linie gh eine Linie nach A hinauf, so haben wir die

fehlenden 2 M erhalten. Von hier nach D links giebt den Eckpunkt der Mauer, den wir mit 50 benennen.

Um die Höhe der Mauer zu erhalten, legen wir durch 50 eine Parallele mit dem Horizont bis zur Verticale, von dieser Linie stechen wir die 7 M ab, indem wir den Zirkel in dem Schneidepunkt mit 10 A stellen, ihn bis dahin öffnen, wo die verlängerte Linie 3 A die neue Parallele trifft, und dieses Mass in Punkt 50 senkrecht aufstellen. Durch zwei Parallelen mit dem Horizont ergänzen wir die Vorderansicht der Mauer, ohne durch den Obelisk hindurchzuziehen.

Die ferneren 50 M bis zum Ende der Mauer erhalten wir durch folgende Manipulation. Die Entfernung des Punktes 50 von der Verticale beträgt 16 M ; wollen wir diese 16 M als Mass betrachten und möglichst kurz verfahren, so können wir, wenn wir die Entfernung AD links in 3 Theile theilen und das erste Drittel nächst der Verticale $\frac{1}{3}D$ nennen, nach diesem Punkt ziehen. Hierdurch erhalten wir auf 16 A gleich dreimal 16 also 48 M perspectivisches Mass (siehe Fig. I. halbe Distanz); es fehlen dann noch 2 M . Stellen wir den Endpunkt der Mauer eine Kleinigkeit weiter, so macht diese Ungenauigkeit hier sehr wenig aus. Wir ergänzen nun die Seitenansicht der Mauer.

Eine zweite Person steht in der untersten Ebene links von der Verticale in einer Tiefe von 5 M von der Linie $h16$, als den Grundriss der Stufenkante ne aber nur $2\frac{1}{2}$ M von der Verticale.

Wir ziehen von der Mitte zwischen den Masstheilen 2 und 3 der Linie $h16$ eine kleine Linie nach A , diese läuft $2\frac{1}{2}$ M mit der Verticale parallel, die Person muss daher in dieser Linie 5 M tief stehen. Betrachten wir die Linie 5 A , so schneidet die Diagonale hD links auf dieser 5 M perspectivisch ab; ziehen wir von diesem Punkt parallel mit dem Horizont bis zur zuletzt gezogenen kleinen Linie, so haben wir die 5 M Tiefe hierher übertragen und haben den Fusspunkt der Person gefunden, der von der Linie en noch gedeckt, daher nicht sichtbar ist. Hier stellen wir die Höhe auf, die wir in der Tiefe des Fusspunktes zwischen der Verticale und der Linie 5 A entnehmen.

Eine dritte Person steht in 44 M Tiefe, 20 M links von der Verticale.

Diese 44 M suchen wir in unserem Massstab folgendermassen zu ermitteln: wir suchen eine Parallele mit dem Horizont, welche annähernde Tiefe hat, solche finden wir in der Parallele durch den Punkt 37, diese endigt hinter dem Kopf der zuletzt gezeichneten Figur, die von hier nach D links laufende Diagonale schneidet auf 10 A 7 M perspectivisch weiter ab, nämlich 44 M Tiefe. Wir legen daher hier eine Parallele mit dem Horizont, und schneiden die Linie 16 A , so liegt dieser Punkt 16 M von der Verticale, mithin fehlen noch 4 M nach

links bis zu dem Punkt, wo die Figur stehen soll. Diese 4 M und die Höhe der Figur können wir leicht in dieser Tiefe zwischen unserm System herausgreifen.

Zur weiteren Staffage des Bildes legen wir nach unserem Geschmack eine ferne Bergkette, deren Spitzen höchstens bis zu 1 cm über den Horizont reichen, als Begrenzung gegen die Luft an, dann eine Gebüschgruppe hinter dem Kreuz, und eine solche hinter der Mauer des Gartens, worunter eine Pappel von 30 M Höhe etwa in der Mitte des Gartens stehend gedacht, sich befindet.

In der folgenden Studie wollen wir uns mit einfach geneigten Linien und deren Theilung beschäftigen. Die Hauptrichtung der Linien soll nach rechts eine Neigung von 50° gegen die Verticale sein.

In der Theorie haben wir gefunden, dass der Verschwindungspunkt eines Parallelliniensystems dort in der Bildebene liegt, wo diejenige Linie des Systems, die durch unser Auge geht, die Bildebene durchdringt; diese Linie, der Parallelstrahl des Systems, bildet an unserem Auge mit dem Normalstrahl den Neigungswinkel. Das Auge aber hatten wir in die Bildebene gebracht, durch Niederlegung des Normalstrahls und so den Punkt V erhalten.

Nach dieser Rückerinnerung legen wir an den unteren Distanzpunkt, nach der rechten Seite den Neigungswinkel 50° und finden durch die Verlängerung des Schenkels im Horizont den Punkt y rechts als den Accidentalpunkt, den Verschwindungspunkt des ganzen Systems paralleler Linien von 50° Neigung gegen die Verticale.

In unseren vorhergehenden Aufgaben hatten diejenigen Linien, welche die perspectivischen unter rechtem Winkel schnitten, keine Schwindung, sondern sie lagen parallel mit dem Horizont, die Parallele mit dem Horizont spielte daher dort eine leichte Hauptrolle.

Hier ist es anders, die correspondirenden rechtwinkligen Linien haben ebenfalls einen Neigungswinkel, und daher einen Verschwindungspunkt, den wir zuerst aufsuchen müssen.

Denken wir darüber nach, so finden wir, dass der Parallelstrahl des parallel mit dem Horizont liegenden Systems, welcher auch durch unser Auge liegen muss, die Bildebene niemals treffen kann, weil er parallel mit ihr liegt; und mit dem Normalstrahl einen rechten Winkel bildet; hier muss der Parallelstrahl der correspondirenden rechtwinkligen Richtung am Auge ebenfalls mit dem Parallelstrahl der ersten Richtung einen rechten Winkel bilden; daher müssen wir auch hier den Parallelstrahl der correspondirenden Richtung durch das Auge rechtwinklig an den

Parallelstrahl der ersten Richtung legen, um den Verschwindungspunkt solcher perspectivischen Linien zu finden, die erstere unter perspectivisch rechten Winkel schneiden. Siehe Fig. VII.

In Folge dieser Reflexion legen wir an die Linie Vy rechts bei V einen rechtem Winkel, verlängern den Schenkel bis zum Horizont und finden den Punkt x links als den correspondirenden Accidentalpunkt.

Nach dieser Vorbereitung stellen wir uns die Aufgabe: Es soll eine Treppe perspectivisch gezeichnet werden, deren Stufen $5 M$ lang sind, $\frac{1}{2} M$ hoch, und $1 M$ Auftritt haben. Zu beiden Seiten ist die Treppe mit einem Wangenstück eingefasst $1 M$ breit, es springt $\frac{1}{2} M$ vor der ersten Stufe und hat dort $\frac{1}{2} M$ Höhe.

Die Aufgabe scheint uns die Wahl zu lassen, wie wir die Treppe stellen; so bestimmen wir den Punkt 3 links der Grundlinie zum Ausgangspunkt und wollen den uns zunächst liegenden Eckpunkt der Wange in diesen Punkt stellen.

Vom Punkt 3 links ziehen wir eine kleine Linie nach y rechts, auf diese soll die Breite der Wange $1 M$ perspectivisch gebracht werden. Wir erinnern uns, dass wir gefunden haben, die Theilung geschieht durch Herstellung eines perspectivischen gleichschenkeligen Dreiecks. Im normalen Parallelsystem schliessen die Schenkel, Grundlinie und Seitenlinie des Quadrats selbstverständlich einen rechten Winkel ein, hier aber einen spitzen, dessen hinten liegender Schenkel soviel Neigung gegen die Bildebene haben muss, als seiner Neigung gegen die Normale zum Rechtenwinkel fehlt.

Die vorliegende Neigung gegen die Normale ist hier 50° , die Ergänzung zum Rechten daher 40° . Untersuchen wir, ohne zur Regel, die wir für die Theilung aufgestellt haben, zu greifen (Seite 55), noch einmal zur Befestigung unserer gemachten Erfahrung die Sache von einer anderen Seite.

Der bereits gezogene Parallelstrahl Vy rechts hat eine Neigung gegen die Verticale (Normale) von 50° , legen wir durch den Punkt V nach rechts eine Parallele mit dem Horizont und messen den Winkel, den diese Linie mit Vy bildet, so finden wir, dass er 40° beträgt, wir notiren klein in diesem Winkel 40 , im nebenliegenden 50 und in dem links an der Verticale liegenden 40° . Um unsere Behauptung, wir theilen durch eine Linie, welche diesen Winkel zu dem Winkel eines gleichschenkligen Dreiecks macht, zu untersuchen, legen wir auf jeden Schenkel dieses Winkels, den Parallelstrahl Vy sowohl als die Parallele mit dem Horizont, vom Punkt V aus 4 cm und verbinden diese beiden Punkte durch eine Linie, so haben wir ein gleichschenkliges Dreieck, dessen Basis die letztgezogene Linie ist. Diese Basis wollen wir unten mit a , oben mit b bezeichnen; eine solche Richtung soll nun die Theilungslinie

haben. Legen wir einmal den Winkelmesser an den Punkt a auf der Linie Va , und sehen, in welcher Richtung die Linie ba die Verticale schneidet; wir finden, dass wenn wir von 90 des Winkelmessers eine Linie nach a ziehen, diese Linie mit der Verticale parallel ist und mit ba einen Winkel von 20° bildet. Der Winkel von 20° muss daher die Richtung des theilenden Parallelsystems angeben.

Wir legen den Winkel von 20° jetzt an die Verticale im Punkt V , dem Auge, verlängern den Schenkel bis zum Horizont und finden hier den Punkt t , wir haben ihn nämlich schon früher in der dritten Zeichnung mit t benannt, als den Verschwindungspunkt der Theilungslinien und auch dass die Linie ab dem Parallelstrahl Vt geometrisch parallel geblieben ist; die Winkelgrösse 20 schreiben wir bei V und bei a ein.

Ziehen wir jetzt vom Punkt 2 , d. h. $1 M$ angesetztes Mass, nach t und schneiden die Linie $3y$, so haben wir dasselbe Dreieck perspectivisch hergestellt, welches wir unten in aVb geometrisch construirt haben. Die Linie Va repräsentirt die Grundlinie des Bildes, die Linie Vb die perspectivische Linie $3y$, und die Linie ab den Parallelstrahl der Richtung der Theilungslinien Vt . Wir haben also durch dieses Arrangement den Punkt 2 auf die Linie $3y$ gebracht, mithin beide Linien gleich lang gemacht.

Befragen wir jetzt die Regel, die wir dafür aufgestellt haben, Seite 55, sie sagt: die Entfernung des Auges vom Verschwindungspunkt der zu theilenden Linie auf den Horizont legen; messen wir die Linie yV , als die Entfernung des Auges vom Verschwindungspunkt, indem wir den Zirkel in y rechts setzen, lassen dann den Fuss in y stehen und setzen den anderen auf den Horizont, so treffen wir wieder in den Punkt t . Wir haben uns also doppelte Rechenschaft über die Richtigkeit unserer Rechnung gegeben. —

Weiter fortfahrend brauchen wir jetzt den Verschwindungspunkt der correspondirenden Richtung, den wir bereits mit der Neigung von 40° links in den Augenpunkt angegeben und mit x benannt haben. Nach diesem Punkt x links ziehen wir jetzt von 3 aus, so haben wir die uns sichtbare Grundlinie der Wange vorgerissen, auf dieser zeichnen wir jetzt das perspectivische Profil der Treppe. Zuerst legen wir die Breiten der drei Auftritte darauf, indem wir das Mass derselben vom Punkt 3 aus nach links auf die Grundlinie tragen. Vom Punkt 3 aus erst $\frac{1}{2} M$, trifft zwischen 3 und 4 , und giebt den Vorsprung der Wange, dann $1 M$, trifft zwischen 4 und 5 , dann das zweite, welches zwischen 5 und 6 trifft und das dritte, welches $\frac{1}{2}$ hinter 6 der Grundlinie fällt.

Wir wissen nun schon den Theilungspunkt für die Linie $3x$ links schnell zu finden, setzen den Zirkel in x links, öffnen ihn bis V und stellen die V -Spitze in den Horizont, hier finden wir den andern Punkt t rechts. Nach diesem Punkt ziehen wir von den angesetzten Massen

bis zur Linie $3y$; diese Arbeit führen wir am sichersten so aus: wir stellen den spitzen Stift in t , legen das Lineal daran und an den Punkt $6\frac{1}{2}$, ziehen die Linie, stellen den Stift wieder in t , legen das Lineal an den nächsten Punkt u. s. f. Im hintersten Schneidepunkt auf der Linie $3x$, den wir n nennen, eine Senkrechte, die wir 4 halbe M hoch machen. Das können wir folgendermassen erreichen: wir stellen im Punkt 3 eine Senkrechte von $\frac{1}{2} M$ Höhe, nennen den oberen Punkt c , ziehen von c genau mit scharfer Spitze nach x links bis zur Senkrechten, hier haben wir nun $\frac{1}{2} M$ perspectivisch hergebracht, dieses halbe M stellen wir viermal übereinander, nennen den höchsten Punkt f , schreiben ihn aber nicht über den Punkt, sondern links daneben; durch diese Punkte ziehen wir, von dem unter f liegenden anfangend, Linien von x links, oben eine kurze, dann eine etwas längere, die dritte, die längste, haben wir schon. In den auf der Linie $3n$ gebrachten Punkten stellen wir Senkrechte, vorne eine kleine bis zur ersten nach x laufenden Linie, dann im zweiten, bis zur zweiten nach x laufenden Linie, ebenso im dritten, somit haben wir das perspectivische Stufenprofil erhalten.

Ehe wir zum Aufriss der Treppe schreiten, zeichnen wir die vordere Ansicht der Wange ebenfalls perspectivisch. In dem Endpunkt der Linie $3x$ rechts, den wir durch die Theilungslinie $2t$ gefunden haben, stellen wir eine kleine Senkrechte, diese schneiden wir ab durch eine Linie von c nach y rechts, so haben wir die vordere senkrechte Ansicht erhalten. Die schräge Aufsicht der Wange läuft nach unserem Arrangement $\frac{1}{4} M$ über die Stufenecken hinauf, den unteren Punkt c haben wir bereits und haben noch den oberen zu suchen, dieser liegt $\frac{1}{4} M$ über f , theilen wir die letzte Stufenhöhe in die Hälfte, so haben wir $\frac{1}{4} M$, dieses stellen wir correct über f auf, nennen diesen Punkt e und verbinden e mit c .

Wir wissen, dass dies eine doppelt geneigte Linie ist, wie wir sie in der dritten Zeichnung kennen gelernt haben; sie liegt in einer senkrechten Ebene, deren Grundlinie die Linie $3x$ ist, folglich müssen wir ihren Verschwindungspunkt finden können. Die Grenzlinie der Ebene, in welcher die Linie ce liegt, muss durch den Verschwindungspunkt der Linie $3x$ links senkrecht liegen, daher stellen wir in diesem Punkt x links eine Senkrechte, verlängern die Linie ce bis zu dieser Senkrechten und finden den Punkt x' , wie wir ihn in der dritten Zeichnung schon benannt haben; dieser Punkt ist der Verschwindungspunkt aller mit ce parallel laufenden Linien. Wir haben es nun leicht, ziehen vom hinteren Eckpunkt der Vorderansicht der Wange nach x' , schneiden diese Linie e nach y rechts, so haben wir die Aufsicht der Wange fertig.

Die Wange schliesst oben mit einem horizontalen Quadrat ab, deswegen ziehen wir, mit scharfer Spitze, von e und dem gegenüber liegenden Punkt nach x links, damit wir kein weiteres Mass her zu trans-

portiren haben, kommen wir auf den Gedanken, von Punkt e eine Diagonale zu ziehen, damit wir die hintere Ecke des kleinen Quadrats finden, um solches dann zu ergänzen.

Die Diagonale theilt den rechten Winkel in zwei gleiche Theile, deren jeder 45° beträgt, können wir nun den Verschwindungspunkt solcher Linien finden, welche beide Richtungen nach x links und y rechts unter 45° schneiden, so haben wir den Verschwindungspunkt der Diagonalen gefunden.

Nichts ist einfacher als das, wir theilen den rechten Winkel am Auge V , der durch die beide Parallelstrahlen nach x und y gebildet wird, durch den Winkelmesser bei 45 in die Hälfte, Fig. VII., verlängern den Schenkel bis zum Horizont, finden hier einen Punkt neben dem Augenkpunkt rechts, nennen ihn d und wir haben den gesuchten Verschwindungspunkt der Diagonale.

Nachdem die kleine Diagonale von e nach d gezogen, ergänzen wir das Quadrat durch den hinten gefundenen Punkt vom Punkt y rechts aus, vom linken zuletzt gefundenen Eckpunkt dieses Quadrats lassen wir eine ganz kleine senkrechte Linie nieder, die wir durch eine Linie von f nach links x treffen und die Zeichnung der Wange ist vollendet.

Alles was bis jetzt vorgerissen ist, reissen wir aus, die Hülfslinien punktiren wir nicht weiter, als sie gebraucht worden sind, die Linie ce aber bis x' , das Treppenprofil mit senkrechten und horizontalen Linien so, dass 6 Fächer entstehen, die mit ihren oberen Ecken das Profil bilden. Die Buchstaben, die wir vorläufig mit Bleistift geschrieben haben, stellen wir nun so, dass sie klar sichtbar sind und die Zeichnung nicht stören, auch auf keine Linie fallen, sondern klein und deutlich auf freiem Raum stehen. Die Grundlinie des Bildes mit ihren ursprünglichen Massen und kleinen Zahlen muss ebenfalls correct stehen. Die Parallelstrahlen, Horizont, Verticale, Verlängerung von e nach x' , werden ebenfalls fein punktirt, ebenso das Dreieck bei V mit der Benennung der Winkelwerthe. Auch begrenzen wir das Bild seitwärts durch senkrechte Linien in den Punkten 6, die wir 6 M über dem Horizont verbinden. Alle übrigen Bleistiftlinien werden jetzt fortgewischt.

Jetzt reissen wir die perspectivischen Treppenlinien nach y rechts auf, zuerst vom Punkt f nach vorne links bis zur Seitenlinie des Bildes, dann nach hinten die Wange überspringend weiter, ebenso aus allen Ecken und Winkeln des Treppenprofils; die unterste dieser Linien soll die verlangte Tiefe 5 M erhalten, deshalb zählen wir von 2 links der Grundlinie, rechts über die Verticale fort 5 M und kommen auf den Punkt 3 rechts, von hier ziehen wir nach t links und schneiden die unterste Stufenlinie; hierdurch haben wir die 5 M perspectivisch erhalten. Diesen Punkt nennen wir g , von hier gehen wir sehr genau mit

scharfer Spitze senkrecht bis zur darüber liegenden Eckkante, dann horizontal nach x links bis zur zweiten Winkellinie, dann senkrecht an der zweiten Stufe hinauf, wieder horizontal bis zur dritten Winkellinie und so fort bis zur Linie fy rechts, somit ist die Treppe nach hinten begrenzt.

Die hintere Wange erhalten wir, indem wir zuerst durch den Punkt g eine kleine Linie von x aus nach vorne ziehen, dann vom Punkt 3 links nach y hinter dieser kleinen Linie ein Stückchen weiter gehen, hierdurch haben wir die vordere Ecke der Wange erhalten, die wir o nennen; in diese Ecke stellen wir eine kleine Senkrechte, die die Höhe $3c$ erhalten muss, indem wir die Linie cy hinter der Senkrechten ein Stückchen fortführen.

Um die perspectivische Breite der Wange zu erhalten, legen wir in o eine kleine Parallele mit dem Horizont nach rechts, ziehen von A aus durch den Punkt o eine Linie bis zur Grundlinie des Bildes, hier treffen wir links neben dem Punkt 2 ein, legen von diesem Punkt 1 M nach rechts und ziehen wieder hinauf nach A bis zur Parallele, hierdurch haben wir 1 M als Mass hinauf gebracht; ziehen wir jetzt vom letzten Punkt bis nach t links, so schneiden wir oy und stellen in diesem Punkt eine kleine Senkrechte bis zur Linie cy , somit ist die vordere Ansicht der Wange fertig.

Von den beiden oberen Ecken dieser Ansicht ziehen wir nach x' in der senkrechten Grenzlinie, schneiden diese Linien von e nach y rechts oben ab, und ergänzen das kleine Quadrat mit seiner Ansicht genau ebenso, wie wir es beim ersten bei e gemacht haben; diese Arbeit muss sehr bestimmt ausgeführt werden, da alles eng beisammen liegt. Ausreissen und Linien fortwischen.

Um die Ansicht der Terrasse nach hinten weiter zu führen, reissen wir die Oberkante derselben von f hinter der zweiten Wange weiter, ebenso auch die untere Linie von n nach y rechts, vor und hinter der Treppe.

Letztgezogene Linie, die Grundlinie der Terrassenansicht, soll 8 M hinter der zweiten Wange durch eine senkrechte Linie begrenzt werden.

Die hintere Wange deckt den Winkel, von dem aus wir messen müssen, wir lassen deshalb von der hinteren oberen stumpfen Ecke der Wange eine Senkrechte nieder, bis zur Linie ny , die wir noch ein wenig nach vorne bis zu dieser Senkrechten heranziehen. Durch diesen Punkt legen wir eine Parallele mit dem Horizont nach rechts und ziehen auch eine Linie von A aus nach unten bis zur Grundlinie des Bildes; hier treffen wir zwischen 1 und 2 ein, messen von hier auf der Grundlinie 4 M weiter und treffen damit zwischen 4 und 5 ein, von diesem Punkt ziehen wir wieder hinauf nach A bis zur Parallele und haben hierdurch 4 M perspectivisches Mass hierher gebracht. Diese perspectivischen 4 M legen wir noch einmal nach rechts auf dieselbe Parallele und erhalten dadurch 8,

ziehen nach t links bis zur Linie ny , und somit haben wir die hintere Ecke der Terrasse erhalten, die wir durch eine Senkrechte bis fg begrenzen und die obere Kante nach x weiter ziehen.

Die Front eines Gebäudes läuft $5 M$ von der Terrassenkante mit dieser parallel und endigt $4 M$ von der hinteren Terrassenkante.

Da die Front $5 M$ tiefer liegt als die Terrassenkante, so können wir diese Tiefe erhalten durch Construction eines Quadrats mit der Treppenbreite. Wir ziehen daher zuerst von der hinteren sichtbaren Ecke der obersten Stufe, wo wir schon eine kurze Linie der Richtung nach x links haben, diese dahin weiter, ebendahin müssen wir auch eine Linie von der vorderen, uns aber nicht sichtbaren Ecke ziehen; den Ausgangspunkt hierzu finden wir, wenn wir von der vorderen rechten Ecke des kleinen Quadrats e gegenüber eine kleine Senkrechte niederlassen und die obere Stufenkante bis gegen diese Senkrechte verlängern. Von diesem Punkt hier ziehen wir ebenfalls eine Linie nach x links und schneiden auch von ihm mit einer Diagonale nach d die Linie, welche wir hinten gezogen haben. Durch letztgefundenen Punkt legen wir eine Linie von y rechts aus und haben die Grundlinie des Gebäudes gefunden.

Die Länge dieser Grundlinie bestimmen wir sehr einfach, wir führen die Linie, welche wir zwischen 4 und 5 der Grundlinie nach A bis auf die Parallele gezogen haben, hier weiter nach t links bis zur Linie ny , stellen hier eine Senkrechte bis zur oberen Kante, und gehen nach x weiter, bis wir die gezogene Grundlinie des Gebäudes treffen, hier stellen wir eine Senkrechte bis oben hinauf.

Der Treppe gegenüber befindet sich eine Thür, $3 M$ breit, $10 M$ hoch, die Thür hat eine Einfassung von $1 M$ Breite.

Da die Treppe $5 M$ breit ist, so muss die Einfassung der Thür genau in den Punkten stehen, in welchen die nach x gezogenen Linien die Grundlinie des Gebäudes treffen, hier stellen wir senkrechte Linien auf, denen wir eine Höhe von $10 M$ zu geben haben.

Um nicht neue Masse ansetzen und durch Linien weiter transportiren zu müssen, sehen wir uns wieder um, wo wir diese $10 M$ Höhe ohne viele Umstände hernehmen. Bedenken wir, dass die Linie fn $2 M$ Höhe hat, so muss die Grundlinie des Gebäudes, als in der Terrassenebene liegend, eben so hoch liegen, mithin $3 M$ vom Horizont, der in $5 M$ Höhe liegt, entfernt sein. Theilen wir daher die erste senkrechte Linie der Thür, von der Grundlinie des Gebäudes zum Horizont gerechnet, in 3 Theile, so haben wir 3 einzelne M für unser neues Mass, diese tragen wir noch 7mal über dem Horizont weiter, so erhalten wir $10 M$ als die Höhe der Thür, diesen Punkt nennen wir 10 und ziehen von ihm und dem darunter liegenden Masstheil, den wir mit 9 benennen, nach y rechts bis zur andern senkrechten Linie.

Es ist die neue Frage, wie erhalten wir die Breite der senkrechten Einfassung. Legen wir durch $5 M$ des Masses, welches wir auf der vorderen senkrechten Linie haben, eine Linie nach y rechts bis zur anderen senkrechten Linie, so haben wir die äussere Thür-Einfassung in 2 gleiche Quadrate getheilt, ziehen wir im oberen Quadrat die Diagonalen, indem wir die kreuzweis anzulegenden Ecken verbinden, so schneiden diese Diagonalen die zweite oben gezogene Linie, aus diesen Punkten reissen wir senkrecht herunter, und die Einfassung ist fertig.

Die Thür hat noch eine Mauerdicke von $1 M$, die nur oben und hinten sichtbar ist.

Die Mauerdicke legen wir bei 9 auf der ersten senkrechten Einfassung horizontal, d. h. parallel mit dem Horizont nach links an, nehmen dazu $1 M$ des Masses der Thürseite, ziehen von 9 eine kurze Linie nach x links und schneiden diese von dem angelegten Mass nach t rechts, von diesem Punkt, der in der hinteren Seite der Mauer liegt, reissen wir nach y rechts die untere Kante vor, schneiden diese durch eine Linie nach x links von der rechten obern Ecke der Thür, lassen von hier eine Senkrechte nieder, schneiden diese wieder von der rechten untern Ecke aus nach x links und ergänzen die Schwelle durch eine Linie von y rechts aus.

Bevor wir diese Arbeit ausreissen, wollen wir eine Person auf der Terrasse zeichnen. Sie ist die Treppe hinaufgestiegen, befindet sich auf der oberen Stufe der Terrasse selber, und ist im Begriff, der Thür sich zuzuwenden.

Wir nehmen an, sie befindet sich auf der Mitte der oberen Stufe. In dem Quadrat, welches wir mit der Treppenbreite auf der Terrasse gezeichnet haben, ist eine Diagonale schon angegeben, sie läuft nach d ; legen wir die andere, nur durch Verbindung der beiden anderen Ecken, so erhalten wir die Mitte. Durch diese Mitte legen wir eine Linie von x links aus bis zur Stufenkante, hier soll die Figur stehen. Stellen wir so viel von der Ecke entfernt, dass eine Person stehen kann, eine Senkrechte, so haben wir auf dieser $5 M$ zu legen, um die Augenhöhe derselben zu erhalten. Diese $5 M$ haben wir aber schon als Querlinie in der Thür. Die Linie durch den Kreuzungspunkt der Diagonalen führen wir nach x links, bis zur Grundlinie des Gebäudes weiter, gehen hier senkrecht hinauf bis zur Mittelquerlinie der Thür und bringen diese Höhe durch eine Linie von x links aus auf die vornestehende Senkrechte, hier legen wir das Auge der Figur, oder denken es uns, denn wir werden die Figur hinten sehen, und zeichnen dieselbe in Bossenform.

Nun reissen wir unsere Zeichnung wieder mit der bisher angewendeten Vorsicht aus.

In der Fortsetzung der senkrechten Terrassen-Ansicht steht eine

Garten-Mauer, dieselbe ist $10 M$ von der hinteren Ecke der Terrasse entfernt, geht $5 M$ über die Flucht der Vorderansicht hinaus, ist $10 M$ hoch und hat eine Neigung von 40° links.

Die Grundlinie der Terrasse $n y$ verlängern wir und sollen darauf $10 M$ weiter perspectivisch anlegen. Zu diesem Zweck legen wir durch den hinteren Endpunkt der Terrassengrundlinie eine Parallele mit dem Horizont und auf diese $10 M$ als Mass auf folgende Art: Wir verlängern die Grundlinie der Terrasse über n nach vorne bis zu der Grundlinie des Bildes, hiermit kommen wir etwa $1\frac{1}{2}$ cm ausserhalb des Bildes links an, legen von hier $10 M$ nach rechts und kommen damit zwischen 2 und 3 rechts an, von hier übertragen wir dieses Mass auf die Parallele durch eine Linie nach y und nennen diesen gefundenen Punkt p . Von hier schneiden wir die schon verlängerte Terrassengrundlinie nach t links und haben den verlangten Punkt gefunden, den wir r nennen wollen.

Durch den Punkt r legen wir nun die Grundlinie der Mauer vom Punkt x links, der 40° Abweichung hat, bis zum Rande des Bildes. Da die Mauer noch $5 M$ über den Punkt r hinausspringen soll, so haben wir nöthig, hier ein Mass von $5 M$ anzulegen; deshalb legen wir durch r eine kleine Parallele mit dem Horizont nach links. Die Linie von der Terrassen-Ecke bis p ist $10 M$, wir haben diese von der Grundlinie heraufgeholt, theilen wir sie in die Hälfte, so haben wir $5 M$, diese $5 M$ heben wir durch eine Parallele mit pt links nach eben diesen Punkt t links auf die Parallele in r und von hier durch eine Linie nach t rechts auf die vorgerissene Grundlinie der Mauer; hier stellen wir eine Senkrechte, welche die Mauer begrenzt.

Diese Senkrechte soll hier $10 M$ hoch sein, das ist wieder sehr einfach, wir haben schon einmal die Entfernung bis zum Horizont als Mass benutzt, thun wir hier dasselbe und stellen in dem gefundenen Endpunkt die Entfernung bis zum Horizont zweimal übereinander. Die Mauer begrenzen wir oben nur durch eine Linie von x links aus.

In dieser Mauer ist eine Thür $6 M$ hoch, $2 M$ breit und steht $1 M$ hinter der Fluchtlinie der Terrasse.

Um für diese Aufgabe das Mass zu bekommen, nehmen wir ein Fünftel der r -Parallele, von r aus, ziehen nach t rechts und schneiden px , hier steht die hintere Seite der Thür, dann legen wir dasselbe Fünftel von r nach rechts, ziehen von t nach vorne auf px und erhalten die vordere Seite; die $6 M$ der Höhe für die Thür erhalten wir, indem wir die Höhe bis zum Horizont wieder in 5 Theile theilen und einen davon über den Horizont anlegen, dann die obere Seite von x aus ergänzen.

Eine Person befindet sich $7 M$ von der Mauer entfernt in der Richtung der Mitte der Thür.

Durch die Mitte der Thür läuft schon die Linie ny rechts, auf dieser steht die Figur, wir legen noch zwei Fünftel der r -Parallele an der linken Seite derselben, und ziehen von x nach vorne; die Augen der Person liegen dann wieder im Horizont.

In $44 M$ Tiefe läuft eine Mauer von $7 M$ Höhe parallel mit der Bildebene und schliesst das Bild nach hinten ab.

Diese Construction wollen wir mit Hülfe des Augenpunktes und der unteren Distanz ausführen. Wir suchen eine Stelle, wo wir bequem eine Linie nach dem Augenpunkt legen können, ohne dass sie sehr stört. Eine solche finden wir in Punkt 6 der Ecke der Grundlinie rechts, diese ziehen wir nach A . Das Mass stellen wir im Punkt 6 der Seitenlinie des Bildes senkrecht und nehmen hierzu am besten $11 M$, die Höhe der Seite selber, welches wir dann 4mal nehmen können. Theilen wir nun die Verticale VA in 4 Theile und nehmen den obersten, welcher in der Gegend der Wange auf der 3. Stufe liegt, ziehen von der oberen rechten Ecke des Bildes ($11 M$) nach diesem Punkt und schneiden die Linie $6A$, so haben wir die Grundlinie der Mauer. In denselben Punkt stellen wir eine Senkrechte, diese schneiden wir wieder von $7 M$ der rechten Seitenlinie des Bildes nach dem Augenpunkt ab, so erhalten wir die Höhe, die wir durch eine Parallele mit dem Horizont abschliessen.

Ueber der ersten Mauer ragt eine Baumgruppe hervor, bis fast an den oberen Rand des Bildes und hängt etwas über die Mauerecke heraus. Hinter der letzten Mauer sieht man einige Baumgruppen, deren höchste Spitze etwa $1\frac{1}{2}$ Mauerhöhe darüber hinaus liegt. Die Ecke des Hauses auf der Terrasse wird etwa von der Hälfte an von einem Rebstock beschattet, der angenommen auf der hinteren Seite des Hauses gepflanzt ist, dessen Reben sich um die Kante des Hauses herumschlingen, das Laub zieht sich oben am Hause etwas der Thür zu. Alles zeichnen wir nur in Umrissen und suchen dabei gefällige Formen zu finden.

In dieser letzten Zeichnung haben wir den Verschwindungspunkt einer doppelt geneigten Linie benutzt um mehrere Parallellinien dorthin zu ziehen, wir haben ihn aber nicht durch Construction gesucht, sondern durch Verfolgung einer bereits auf anderen Wege erhaltenen Linie gefunden. Es war der Verschwindungspunkt der steigenden Treppenwange. — Das Studium doppelt geneigter Linien und Ebenen ist uns aber so interessant und zur Befestigung unserer darin bereits gemachten Erfahrungen, so wie zur sicheren Handhabung der Praxis so unbedingt nöthig, dass wir

beschliessen, uns eine Aufgabe zu stellen, in der wir es meistens mit doppelt geneigten Ebenen, den darin liegenden Linien und den Durchschnittslinien zweier solcher Ebenen zu thun haben. Sämmtliche Verschwindungspunkte und Grenzlinien sollen aber durch vorhergehende Construction gefunden werden.

An einer Landstrasse, die eine Abweichung (Neigung) von 35° rechts hat und zwischen dem 5. und 6. Theil unserer Grundlinie ihren Anfang nimmt, soll in $4\frac{1}{2}$ Tiefe ein Häuschen stehen, dasselbe soll 5 Front und bis zum Dachgesimse 3 Höhe haben, das Dach überspannt eine Breite von $4\frac{1}{2}$ und hat 40° Neigung, auf demselben sind zwei Dachfensterchen, deren Dächer ebenfalls Neigungen von 40° haben.

Es wird sich diese Zeichnung wegen ihre weitausliegenden Verschwindungspunkte und Grenzlinien nicht auf unser kleines Blatt schicken, wir nehmen deshalb einen neuen halben Bogen Papier der Höhe nach, den wir später in unser Zeichenheft einfügen können. Die Einrichtung treffen wir folgendermassen: Den Horizont legen wir 15 cm vom oberen Rande mit demselben parallel, den Augenpunkt aber nicht wie gewöhnlich in die Mitte, sondern 14 cm vom linken Seitenrande des Blattes entfernt, die Grundlinie mit ihren Theilen aber 6 cm unter dem Horizont, an. Alles Uebrige bleibt wie in den bisherigen Zeichnungen.

Zur Ausführung der Zeichnung schreitend, legen wir wie in Fig. VII, VIII, hauptsächlich aber in Fig. III den Abweichungswinkel von 35° an dem unteren Distanzpunkt V nach rechts und finden auf dem Horizont den Verschwindungspunkt der Richtung, den wir wie in der vorhergehenden Figur mit y benennen. Nach diesem Punkt y ziehen wir von der Mitte zwischen 5 und 6 der Grundlinie links, welchen Punkt wir a nennen, die Richtung der Strassenlinie vor. Um auf dieser Linie $4\frac{1}{2}$ Tiefe zu bringen, suchen wir den vielbesprochenen Punkt t , Fig. II, III, V, VII und Seite 54 unten, den Theilungspunkt für diese Richtung, indem wir die Entfernung yV von y aus auf den Horizont legen; wir nennen ihn hier natürlich wieder t , nach diesem Punkt ziehen wir von 1 der Grundlinie links und schneiden die Linie ay in einer Tiefe von $4\frac{1}{2}$ M perspectivisch, dasselbe thun wir von dem Punkt 4 der Grundlinie rechts aus und erhalten die perspectivische Frontengrundlinie des Hauses; in beiden letztgefundenen Punkten stellen wir senkrechte Linien, welche die Höhe von $2 M$ erhalten sollen. Wie in Fig. IX, X, XI stellen wir in der Grundlinie, im Punkte a eine Senkrechte von $3 M$ Höhe und nennen den oberen Punkt dieser Senkrechten b , von diesem ziehen wir nach y und schneiden die beiden senkrechten Linien oben ab, auf diese Art erhalten wir die Vorderansicht des Hauses.

Die Seitenflucht links erhalten wir auf demselben Wege, da die rechte Front 35° Abweichung rechts hat, so ist die andere Abweichung

nach links, Fig. VII, VIII die Ergänzung zum Rechten, also 55° . Diesen Winkel 55° legen wir an den Punkt V linke Seite und finden im Horizont links etwa 1 cm vom Rande des Papiers entfernt den Verschwindungspunkt der Richtung, den wir wie bisher x nennen, nach diesem Punkt reißen wir die Grundlinie der Seitenflucht vor. Auf letztgezogene Linie soll wieder eine Tiefe von $4\frac{1}{2}$ gebracht werden; hier ändert sich das Verfahren nur insofern, als das geometrische Mass erst auf eine Parallele mit dem Horizont gebracht werden muss, welche durch den vorderen Eckpunkt des Hauses gelegt wird; auf diese bringen wir das Mass wie schon öfter geschehen, Fig. XII, XIII, nur dass wir hier einen andern Punkt als dort, dazu benutzen; es ist nämlich selbstverständlich ganz gleich, nach welchem Punkt des Horizontes man Parallellinien zieht, hier; wo wir schon eine perspectivische Linie haben, welche von der Grundlinie des Bildes aus, die vordere Ecke des Gebäudes berührt, ziehen wir mit dieser eine Parallele; wir zählen also von 1 links aus $4\frac{1}{2}$ weiter nach links ab und kommen in den Punkt, den wir schon mit a benannt haben, von hier ziehen wir nach t links dem Verschwindungspunkt der Linie $1t$ und bringen auf diese Weise $4\frac{1}{2}$ M auf die Horizontparallele, den gefundenen Punkt nennen wir c . Um dieses, nun wieder geometrische Mass, auf die perspectivische Linie zu bringen, haben wir, wie auf der anderen Seite, den Theilungspunkt für die Richtung Vx zu suchen, das thun wir nun mechanisch, legen die Linie xV auf den Horizont und finden den rechtsseitigen Punkt t , nach diesem Punkt ziehen wir von c und finden die gesuchte Tiefe, in welche wir eine Senkrechte stellen, der wir die gewünschte Höhe durch eine Linie von der vorderen oberen Ecke aus nach x geben.

In der Frontseite des Hauses bringen wir eine Thür und zwei Fenster an, die Thür in der Mitte. Für die Thür ziehen wir von 1 und 2 rechts der Grundlinie Linien nach t links bis zur Grundlinie der Fronte, hier senkrecht hinauf, so haben wir die zwei Seitenlinien, die Höhe bestimmen wir auf $2 M$, diese $2 M$ legen wir auf die Linie ab von unten gerechnet an und ziehen nach y , aber nur zwischen den beiden Senkrechten der Thür. Die Fenster liegen nun daneben, ziehen wir von den Hälften zwischen 1,0 links und 0,1 rechts, ebenso zwischen 2, 3 und 3, 4 rechts, nach t links, ebenfalls nur bis zur Grundlinie der Front, so haben wir die Punkte für die senkrechten Fensterseiten, die wir nun gleich bis zur oberen der Dachlinie des Hauses hinaufziehen. Die Höhen der Fenster bestimmen wir ebenfalls auf der Linie ab , indem wir von unten an gerechnet 1 und $1\frac{1}{4}$ cm anlegen, nach y ziehen, aber die Linien nur zwischen den senkrechten Fensterseiten anwenden. In der linken Seiten-Ansicht sei es uns überlassen, noch zwei Fenster nach freiem Ermessen anzubringen.

So weit vorgeschritten wollen wir nun die Zeichnung der Klarheit wegen ausreissen, und zwar folgendermassen: Die Grundlinie des Bildes voll mit Andeutung ihrer Theile und Zahlen, auch die Seitenlinien des Bildes, die wir in 6 rechts und 6 links stellen, den oberen Rand des Bildes legen wir 5 cm über den Horizont, die drei Senkrechten des Hauses mit der Vorsicht, dass wir diesen senkrechten Linien oben, wo sie gegen das Dach stossen sollen, eine ganz kleine Ausladung, kaum 1 mm stark geben, und zwar die beiden Senkrechten der Frontenansicht nach rechts, der hintern Senkrechten nach links. Die beiden Horizontalen der rechten Seite, Fenster und Thür ebenfalls, auch die beiden nach freiem Ermessen angelegten Fenster der linken Seitenansicht, alles dieses voll. Wir punktiren: die Linie $1t$ links bis zur Ecke, die Linie von hier nach c , die Linie ac , die Linie ab mit Andeutung ihrer Merkpunkte, die Linie cy bis zur Grundlinie der Seitenansicht, diese punktiren wir ebenfalls, dann die Linie von der vorderen oberen Ecke nach x so weit wir sie gebraucht haben. Von den vorgerissenen senkrechten Fensterlinien punktiren wir die erste vordere nach unten und nach oben gegen das Dach, hier ebenfalls mit der Vorsicht, ihr eine ganz kleine, den senkrechten Seitenlinien des Hauses entsprechende Ausladung gegen das Dach zu geben, die drei andern senkrechten Fensterlinien punktiren wir nur über den Fenstern bis gegen das Dach mit derselben Vorsicht; hierbei müssen wir Acht haben, dass diese kleinen Ausladungen nicht alle gleich gemacht werden, sondern von vorne nach der Tiefe des Bildes zu einer geringen Verminderung unterliegen. — Auch Horizont, mit Angabe seiner Punkte, Verticale, Parallelstrahlen, punktiren wir, letztere nur ausserhalb des Bildes, benennen den Punkt V , und schreiben die Werthzahlen der Winkel an demselben ein. Alle übrigen Constructionslinien wischen wir heute fort.

Bis hierher haben wir nun eigentlich noch nichts gethan, was zu unserer Aufgabe gehört, wir haben diese Sachen längst in unseren vorhergehenden Zeichnungen studirt, die gewissenhafte Ausführung war nur nöthig, um nun unserer Aufgabe gemäss sicher darauf fortbauen zu können. — Zum Aufbau des Daches haben wir zunächst nöthig, die Verschwindungspunkte der Giebelseiten aufzusuchen, sie haben gegen die horizontale Projection eine Neigung von 40° ; wie wir diese Verschwindungspunkte finden können, lehrt uns unsere Studie in Fig. III, betrachten wir diese Zeichnung genau, sie ist das Schema für alle der gleichen vorkommende Fälle; wir haben an den Punkt a der Linie ax eine Linie von 25° senkrechter Neigung gelegt, zu diesem Behuf setzen wir den Neigungswinkel auf dem Horizont in den Punkt t , wir wussten damals noch nicht, welch einen wichtigen Punkt wir gefunden hatten, dass er ausserdem zum Theilen abweichender Linien zu benutzen war und

ihn später „den Theilungspunkt“ nannten; wir können uns nun sogar zur Regel machen: „Der Neigungswinkel wird an den Theilungspunkt der Projectionsrichtung gesetzt“. Der Schenkel dieses Winkels ergab uns den Punkt x' . — Ganz dasselbe haben wir auch hier zu thun, nur dass wir es mit zwei geneigten Linien zu thun haben, wovon die eine nach rückwärts, die andere nach vorwärts neigt, daher haben wir auch an dem Theilungspunkt der Projectionsrichtung für x , den wir auf bekanntem Wege zu suchen haben Fig. V, den Neigungswinkel zweimal, einmal nach oben und einmal nach unten zu setzen. Wir können nun nach unserem Schema Fig. III verfahren. Wir legen durch den Punkt x eine senkrechte Linie, fast der ganzen Länge des Blattes nach, legen an den Punkt t rechts den Neigungswinkel 40° , einmal nach oben, einmal nach unten, verlängern die Schenkel bis zu der zuletzt gezogenen senkrechten Linie und benennen die Punkte, in welchen wir diese treffen, oben mit x' , unten mit x'' , beide Punkte liegen von x gleich weit entfernt. — Jetzt ist es sehr leicht, das Dach auf das Haus zu setzen, wir reissen von der vorderen Ecke nach x' oben und durch die hintere Ecke der Giebelseite von x'' unten aus, ebenfalls nach oben, vom Schnidepunkt beider Linien nach y , und von der hinteren Ecke des Hauses nach x' oben und das Dach ist richtiger, als wir es durch andere Hilfsconstruction erhalten können. —

Nach unserer Aufgabe sind noch zwei Dachfensterchen auf das Dach zu setzen; es ist uns die Neigung der Dächer angegeben, das Uebrige überlassen, sie sollen daher über den unteren Fenstern stehen. Da wir die senkrechten Fensterlinien schon bis zum Dache hinauf vorgezogen haben, so ziehen wir von diesen Punkten aus auf der Dachebene hinauf Linien nach x' , in diesen müssen die Fenster stehen; sie sollen jetzt $\frac{1}{2} M$ hinter der Hauptfronte des Hauses zurückspringen, hierzu müssen wir eine Projection der schrägen Linien haben, um auf dieser die angegebene Tiefe zu ermitteln; hierzu eignet sich die erste senkrechte Fensterseite am besten, wir haben sie schon bis zur Grundlinie der Fronte punktirt, ziehen eine kurze Linie von hier nach x , in dieser müssen wir den Punkt finden können, welcher die Projection der senkrechten Vorderkante der Fenster ist; gehen wir von 6 links der Grundlinie des Bildes mit einer Linie nach y bis zur kleinen vorgerissenen Linie, so finden wir einen Punkt, der $\frac{1}{2} M$ hinter der Fronte liegt, in dem also die senkrechte Seitenlinie des ersten Fensters stehen muss, wir gehen daher von diesem Punkt mit einer Senkrechten hinauf und reissen die vordere senkrechte Linie des ersten Fensters vor; dieselbe soll $\frac{3}{4} M$ Höhe haben, die wir auf dieselbe Art, als wie wir die Thür und Fensterhöhen erhalten haben, von der Grundlinie des Bildes herholen, dort vom Punkt a aus, hier vom Punkt 6 aus, in diesen

Punkt stellen wir auf dem Seitenrand des Bildes die $\frac{3}{4} M$ und ziehen in der Richtung nach y , bis auf die Senkrechte, welche uns die erste senkrechte Dachfensterlinie ergab, von hier heben wir dieses Mass aufs Dach und erhalten den vorderen Eckpunkt des ersten Fensterchens. Die Ansicht des Fensters ist nun zu ergänzen, wir reissen zuerst von dem unteren Punkt der kleinen senkrechten Fensterseite, der in der Dachebene liegt, auf dieser entlang nach y , schneiden die drei vorgezogenen Linien, stellen in den Schneidepunkten kleine Senkrechten und schneiden diese wieder durch eine Linie im oberen Punkt der ersten Senkrechten ab, so haben wir die Vorderansichten erhalten d. h. ohne Giebel, welchen wir nun aufzusetzen haben. Genau auf demselben Wege, wie wir die Verschwindungspunkte der Linie des grossen Daches gefunden haben, haben wir auch diejenigen der kleinen Giebellinien zu suchen. Wir legen durch den Punkt y eine senkrechte Linie, wie an der linken Seite des Blattes, dann haben wir an den Theilungspunkt t links, der schon vorhanden, die Neigung 40° zweimal zu setzen, die hierdurch gefundenen Punkte auf der Senkrechten in y , nennen wir oben y' , unten y'' , nun reissen wir von den vorderen Eckpunkten der Fensterchen nach y' oben und von dem hinteren Eckpunkte von y'' aus auch nach oben und der Aufriss der Giebel ist fertig. — Die von den Ecken und Spitzen der Giebel ausgehenden Linien sind horizontale und müssen nach x laufen, erstere treffen sehr bald die vorgerissene schräge Linie und ergänzen die dreieckige Seitenansicht der Fenster; wo letztere das Dach treffen, haben wir noch aufzusuchen, sie müssen dasselbe in einem Punkt treffen, der in der Durchschnittslinie der beiden Dachebenen, des grossen und der der kleinen Fensterdächer liegt; diese Durchschnittslinie muss von dem Punkt ausgehen, in welchem wir vorher mit der kleinen Linie nach x von der Ecke des Fensterchens auf das Dach gestossen sind, weil aber diese Durchschnittslinie eine solche ist, welche in beiden Dachebenen zugleich liegt, muss sie auch in jeder Grenzlinie dieser Ebenen einen Verschwindungspunkt haben und kann, da sie ja nur einen Verschwindungspunkt haben kann, auch nur den Schneidepunkt der beiden betreffenden Grenzlinien zum Verschwindungspunkt haben; diese Grenzlinien können wir sogleich ziehen, da wir von jeder schon zwei Punkte haben, wie das in Fig. VIII der Fall war, dort waren es die Punkte y und p und y und x' , ebenso sind es hier die Punkte x und y' und y und x' , ziehen wir diese zwei Linien, so schneiden sie sich in einem Punkt, den wir s nennen wollen; nach diesem Punkt s ziehen wir jetzt die Durchschnittslinien, die erste ganz hinauf bis s , die zweite nur so weit, als sie gebraucht wird. Die Fenster sind fertig.

Ehe wir weiter gehen, fixiren wir die bis jetzt fertige Zeichnung, indem wir alles, was zur Zeichnung gehört, fest ausreissen, von punk-

tirten Linien innerhalb der Dachumgrenzung nur die schrägen Linien, welche von den Fensterchen bis zur unteren Dachkante laufen, dann die erste Durchschnittslinie hinauf bis s , und die vordere Giebellinie des ersten Fensterchens hinauf bis y' , die zweite Giebellinie des ersten Dachfensterchens, die in der Richtung nach y'' läuft, nur unterhalb der Grundlinie des Bildes, wo sie kurz vor 4 erscheint bis nach y'' . Die vordere Linie des grossen Giebels punktiren wir ganz hinauf bis x' , die hintere Giebellinie ganz herunter bis x'' , ferner die senkrechten Grenzlinien, die je zwei Neigungswinkelschenkel an den Punkten t, t , von letzteren die zwei unter dem Horizont belegenen nur dicht am Horizont andeutungsweise, dann erst wieder unterhalb der Grundlinie des Bildes fortgesetzt, endlich die schrägen Grenzlinien und benennen alle Punkte und Winkelwerthe.

Indem wir unsere fertige Zeichnung betrachten, kommt es uns vor, wir müssen auf irgend eine Art controliren können, ob auch die Spitze des Hauptgiebels wirklich in der Mitte liegt; versuchen wir es, lassen von der Spitze eine Senkrechte herab bis zur Grundlinie des Gebäudes und gehen hier vom Punkt t rechts aus weiter nach vorne, wir treffen hier bald auf vom vorderen Eckpunkt aus gelegte horizontparallele Linie und finden, indem wir den Zirkel zur Hand nehmen, dass wir genau die Mitte dieser Linie getroffen haben. Auch diese Construction punktiren wir fein aus.

Durch letzte Betrachtung angeregt, wollen wir versuchen, ob es nicht möglich sei, solche Linien in doppelt geneigten Ebenen auch ohne Anwendung der Grenzlinien und Verschwindungspunkte zeichnen zu können, zumal wenn solche sehr entfernt liegen und schwer oder gar nicht auf dem Papier zu haben sind, hauptsächlich aber zu unserem Troste, diese fernliegenden Punkte nicht suchen zu müssen, wenn wir auch einige Constructionslinien mehr nöthig haben. — Wir wollen versuchen eine Brücke zu zeichnen, dieselbe soll der Thür des Hauses gegenüber an der anderen Seite der Strasse liegen, die nöthigen Arrangements sind unserem Ermessen überlassen.

Die Breite der Strasse bestimmen wir durch eine Linie von 1 links nach y . Durch den uns zunächst liegenden Eckpunkt der Hausthüre ziehen wir eine Linie vom Punkte x aus nach vorne, bis zur Grundlinie des Bildes und müssen hier fast in den Punkt 6 rechts eintreffen, wir wollen diese Linie deswegen $6x$ nennen. Wo sich diese Linie mit $1y$ schneidet, stellen wir eine kleine Senkrechte von 4 mm Höhe und ziehen durch den oberen Punkt derselben eine Linie von x nach vorne. Die Breite der Brücke bestimmen wir auf $6 M$, zählen von 1 links $6 M$ ab, treffen in dem Punkt 5 rechts ein, von hier ziehen wir nach y eine kurze Linie vor und schneiden damit zuerst $6x$, in welchen Punkt wir eine kleine Senkrechte stellen, die die Länge der Brücke abgrenzt. Die

Oberfläche des Wassers liege nun noch einmal so tief, als wir die Höhe der Brücke angenommen haben, deshalb verlängern wir die vordere und die hintere senkrechte Linie nach unten um ebensoviel als sie hoch sind und verbinden diese beiden Linien durch eine, welche nach x laufen muss. Um die Mitte der Brücke zu finden, gehen wir mit einer Linie von 2 der Grundlinie nach y , bis wir die Linie $6x$ treffen, durch diesen Punkt legen wir eine Senkrechte, welche von der untersten bis etwas über die obere Linie hinausgeht. Die Breite des Baches bestimmen wir auf $2 M$, deshalb ziehen wir von 1 und 3 in der Richtung nach y bis zur Linie $6x$, durch diese Punkte legen wir Senkrechte bis zur oberen und unteren Linie; die beiden Punkte, in welchen sie in der unteren eintreffen, nennen wir den ersten e , den anderen n . Zur Höhe des Bogens bestimmen wir die obere Linie, sodass der höchste Punkt des Bogens in der mittleren senkrechten Linie liegt, von hier neigt sich der Bogen den Punkten n und e zu, dies zeichnen wir aus freier Hand, mit der Vorsicht, dass wir Acht haben auf die beiden Zwickel, welche rechts und links neben dem Bogen stehen bleiben, in den hinteren derselben will der Bogen etwas hinein, den vorderen lässt er etwas flacher, dadurch bleibt der vordere etwas grösser als der hintere, nur haben wir Acht, dass beide perspectivisch gleich gross erscheinen. Von den Punkten e und n gehen wir mit einer schwach gekrümmten Linie bis zu den beiden entsprechenden Enden der Brücke gegen die Linie 1 und $5y$ um die Böschung anzudeuten, hernach durch e und n von y aus nach vorne, um den Lauf des Baches anzudeuten, den wir auch nach Belieben breiter machen können, nur müssen sich dann die Böschungen darnach richten.

Die Brücke selber ist in der Mitte über den Bogen etwas erhöht, deshalb bestimmen wir in der mittleren Senkrechten einen Punkt, welcher 5 mm über dem höchsten Punkt des Bogens liegt, diesen Punkt verbinden wir mit den Endpunkten der kleinen senkrechten Endlinien der Brücke und die Vorderansicht ist fertig, der wir nun noch nach unserer Erfahrung eine kleine Oberaufsicht geben. Um die Breite der Brücke zu ergänzen, legen wir vom vordersten Endpunkt der Brücke auf der Linie $5y$ 1 cm nach hinten, von hier ziehen wir eine Linie nach x und ergänzen die hintere Seite der Brücke nach unserer Erfahrung. Es ist noch ein Theil des inneren Brückenbogens zu sehen, diesen zu bestimmen, gehen wir von n mit einer Linie ein Stückchen nach y , und ebenfalls auch vom untersten Punkt der mittleren senkrechten Linie, welcher in der untersten der drei horizontalen Brückenlinien liegt, auf diese letzte Linie lassen wir von der hintersten Spitze des Brückengeländers eine Senkrechte herab und gehen von hier nach x , bis wir ny treffen, hier ist das Ende der Bogen-Ansicht, die nun wieder im Verhältniss zum vorderen Bogen etwas ansteigt. Die fertige Zeichnung reissen wir in der Art aus, dass wir

von punktierten Linien nur die drei horizontalen und die drei senkrechten, so weit wir sie benutzt haben, beibehalten, ebenso nur die Linien, welche von der Grundlinie des Bildes herauf uns die Merkpunkte angaben, und dann noch die letzte Construction, die Seitenansicht des Bogens zu finden.

An der rechten Seite der Strasse wollen wir noch ein Häuschen bauen, und zwar ebenfalls nach freiem Ermessen. Auf der Linie $1y$ messen wir von 1 aus 52 mm hinauf, nennen diesen Punkt r und ziehen durch ihn eine Linie von x aus bis gegen den Seitenrand des Bildes. Auf dieser Linie messen wir von r aus $15\frac{1}{2}$ mm nach rechts, benennen diesen Punkt u , von r und u ziehen wir kleine Linien nach y , als die Seitenlinien des Grundrisses, den hinteren Eckpunkt legen wir auf der Linie ry 1 cm von r entfernt an und ziehen durch diesen Punkt eine Linie von x aus nach rechts bis zur Linie uy . In diesen perspectivischen Grundriss legen wir die beiden Diagonalen und ziehen durch das Kreuz derselben Linien von x und y aus, bis sie die äusseren Umschliessungslinien berühren. — Zum Aufbau des Hauses schreitend, stellen wir in den Punkt r eine Senkrechte von 8 mm Höhe, ziehen durch den oberen Punkt eine Linie von x aus, bis wir eine Senkrechte in den Punkt u gestellt treffen; von hier ziehen wir nach y bis wir wieder eine Senkrechte in den hinteren Eckpunkt des Grundrisses gestellt, treffen. Zum Aufbau des Daches stellen wir in den Mittelpunkten der rechts liegenden sichtbaren und der links liegenden nicht sichtbaren Seitengrundlinien senkrechte Linien, von denen wir die erste rechts 12 mm hoch machen und ziehen von hier nach x bis zur anderen senkrechten Linie, somit haben wir die höchste Linie des Daches, deren Endpunkte wir nun noch mit den entsprechenden drei senkrechten Seitenlinien verbinden und das Dach ist fertig.

In der Vorderansicht des Häuschens bringen wir noch einen kleinen Aufbau mit Giebel an, zu diesem Zweck stellen wir in den Mittelpunkt der vorderen Linie des Grundrisses eine Senkrechte, fast so hoch als das Dach oben, zu jeder Seite dieser Linie stellen wir noch in $2\frac{1}{2}$ mm Entfernung zwei andere senkrechte Linien, welche wir 3 mm über die Dachtraufe hinaus ragen lassen, hier reguliren wir sie durch eine Linie von x aus; um die Giebelspitze zu finden, stellen wir im Kreuz der Diagonalen eine Senkrechte bis zur höchsten Dachlinie, durch diesen Punkt legen wir eine Linie von y aus nach vorne, bis wir die mittlere Senkrechte treffen, hier ist die Spitze, die wir nun mit den beiden Senkrechten zur Seite verbinden. In diesen Giebel zeichnen wir noch ein Fensterchen. Von den sichtbaren horizontalen Linien dieses kleinen Daches haben wir schon die höchste, die andere läuft von der rechten Ecke nach y bis gegen das Dach, letzteren Punkt haben wir noch zu finden. Zu diesem Zweck ziehen wir den Grundriss dieser Linie von

dem unteren Punkt der Senkrechten rechts nach y bis zur Mittelquerlinie des Grundrisses, von hier gehen wir senkrecht hinauf bis zur höchsten Dachlinie und finden hier einen Punkt, welchen wir mit der rechten Seitenlinie des Giebels in der unteren Dachkante verbinden, diese Linie schneidet die nach y gezogene untere Kante des kleinen Daches und ergänzt die dreieckige Seitenansicht des Aufbaues; es fehlt nur noch die Verbindung der hinteren Ecke dieses Dreiecks mit dem oberen Mittelpunkt der höchsten Dachkante und die Construction ist beendigt.

Die äusseren Umrisse des Häuschens reissen wir mit Tusche aus, lassen aber die untere Dachkante über den vorspringenden Giebel nicht fortlaufen. Den Grundriss mit seinen Kreuz- und Querlinien punktiren wir leicht, die zuletzt darin gezogene Linie aber nur bis zur Mittellinie, ferner alle Senkrechten, so weit sie stehen geblieben sind. Fenster und Thür zeichnen wir nicht, damit die Construction klar bleibt; über dem Punkt u legen wir 4 mm an und ziehen eine Linie durch diesen Punkt von x aus bis zur Seitenlinie des Bildes, es mag dies ein Gartenzaun sein, über welchem etwas Gebüsch sichtbar sein kann.

Es wird uns Vergnügen machen, wenn die Grösse unseres Blattes es noch zulässt, unsere Zeichnung mit Hülfe der Verschwindungspunkte, die wir mit Ausnahme eines einzigen auf dem Blatte haben können, zu controliren. Verlängern wir die ersten schrägen Brückenlinien, d. h. diejenigen, welche wir durch Construction zuerst erhalten haben, bis zur Grenzlinie, der Linie $x'x''$, so finden wir mit der ersten steigenden Linie einen Punkt, der etwa $3\frac{1}{2}$ cm über dem Punkt x liegt, verlängern wir die abfallende Linie, so werden wir, wenn wir einigermaßen genau gezeichnet haben, einen Punkt erhalten, welcher genau so viel unter dem Punkt x liegt, wenigstens wird der Unterschied nicht bedeutend sein und wir finden zu unserer Genugthuung, dass auch die anderen steigenden und fallenden Linien der Brücke nach eben diesen Punkten hin wollen. — Beim Häuschen verlängern wir die grossen Seitenlinien des Daches nach oben bis zur Linie $y'y''$, sie wollen sich hier in einem Punkt vereinigen, der etwa 43 mm über dem Punkt y liegt, tragen wir diese Entfernung noch unter dem Punkt y an, so finden wir, dass auch die hintere fallende Dachlinie dorthin will, die steigende und fallende Linie des Giebelchens, von deren Verschwindungspunkten wir nur den der fallenden haben können, sind ebenfalls auf der Linie $x'x''$ zu controliren, der letztere wird etwa 1 cm unterhalb x'' fallen, der andere, wenn er noch auf dem Blatte sein kann, ebenso viel über x' , ja zu unserem grossen Vergnügen finden wir, dass auch die Durchschnittsline des kleinen Giebeldaches mit dem Hauptdache, genau nach dem Punkt s dirigirt. Die Strasse läuft in der Richtung ay noch hinter dem Hause

um $1\frac{1}{2}$ cm fort: hier soll eine Steigung von 5° beginnen, es ist daher ein Verschwindungspunkt für diese Richtung nöthig, der auch sehr bequem zu haben ist, wie wir ihn finden, wissen wir, er liegt einen guten Centimeter über y , wir benennen ihn z und den Ausgangspunkt der Steigung mit v . Wir ziehen von v nach z 3 cm, bis wir über der Hausspitze angekommen sind, von hier soll die Strasse horizontal weiter laufen, wir haben daher unsere Linie nach y fortzusetzen. Um die rechtsliegende Strassenflucht aufzureissen, legen wir zuerst durch den Punkt v eine Linie von x aus nach vorne, bis zu dieser reissen wir die Linie $1y$ hinauf, von hier beginnt die Steigung, also führen wir diese Linie nach z weiter, ohne durch das Häuschen zu gehen, legen wieder durch den höchsten Punkt der gegenüber liegenden Strassenflucht eine Linie von x aus, von wo dann die erstere Linie ebenfalls nach y weiter laufen muss.

Die linke Seite der Strasse ist mit Pappelbäumen besetzt, wir stellen den ersten in den Punkt v , dessen Stamm etwa 7 mm und die ganze Höhe $3\frac{1}{2}$ cm beträgt, zwischen diesem und dem Hause steht 7 mm vom Hause wieder ein Baum, den wir nach Anleitung Fig. X aufreissen. Wir fahren nun mit der Baumreihe in der Art fort, dass auf den höchsten Punkt der Strasse ebenfalls ein Baum zu stehen kommt. die Schwindung dieser Bäume ist natürlich z , dann laufen die Bäume in horizontaler Richtung fort. Die rechte Seite der Strasse lassen wir frei, bis oberhalb der Dachlinie des Hauses, wo wir auf der höchsten Stelle wieder einen Baum stellen, der vom gegenüberliegenden mit Hülfe des Punktes x herüber geholt wird, hier laufen die Bäume weiter, so lange es uns gefällt, lassen sie in einem Wald endigen, oder zeichnen ein entferntes Dörfchen u. s. w.

An der Giebelseite unseres zuerst gezeichneten Hauses läuft eine Strasse vorbei, die ebenfalls 5° Steigung hat, den Verschwindungspunkt hierzu liegt nach unserer Erfahrung 11 mm über x , dorthin ziehen wir von der Hausecke 3 cm hinauf, dann läuft die Strasse wieder horizontal in derselben Richtung weiter. Auf der höchsten Stelle stellen wir wieder einen Baum, zwischen diesem und dem Hause einen zweiten mit der Vorsicht, dass Punkt t im Horizont, sowie die Bezeichnung des Neigungswinkels 40° sichtbar und frei in demselben liegen bleibt. Zur Breite der Strasse nehmen wir 12 mm von der Hausecke auf Linie ay an, ergänzen die Strasse und schmücken den vorderen Theil durch eine Terrainstufe aus. Auf der Mitte der Strasse schreitet auf der Linie $x6$ eine Person der Brücke zu, dieselbe hat $\frac{3}{4}$ der Thürhöhe, eine andere steht vor der Brücke am Seitenrand des Bildes, eine dritte oder vierte, wo es uns beliebt, alle werden nach Angabe der XI. und XII. Zeichnung construirt.

Der Raum über dem grossen Hause ist noch zu frei, wir wollen

dort noch einige Wirthschaftsgebäude anbringen, die etwas entfernter liegen, wir ordnen dieselben mit Hülfe der Verschwindungspunkte, die wir schon haben, folgendermassen an: wir messen von der unteren linken Dachecke der Giebelseite unseres grossen Hauses 2 mm an der Dachlinie hinauf, ziehen von hier 3 mm in der Richtung nach x , dort stellen wir eine Senkrechte von $5\frac{1}{2}$ mm Höhe, ziehen durch diesen Punkt von x'' aus 8 mm hinauf und gehen von hier mit einer Linie von x' aus bis zur Dachlinie herunter, in diesen Giebel kann man auch noch die Horizontale zwischen den Dachecken von Punkt x aus ziehen. Vom höchsten Punkt dieses Giebels gehen wir mit einer Linie nach y 2 cm weiter, legen durch diesen Punkt eine Linie von s aus bis zum Hause herunter, gehen dann mit der erst gezogenen Linie in der Richtung von z aus noch 1 cm weiter, von hier mit einer Linie nach x'' herunter bis zum Dach und mit einer anderen von x' aus ebenfalls nach rechts 7 mm herunter, hier mit einer Senkrechten $4\frac{1}{2}$ mm weiter und ziehen von diesem Punkt in horizontaler Richtung von y aus gegen das Haus. Es wäre nun noch die horizontale Linie dieser Giebelseite von y aus zu ziehen. Nach unserem Gefallen setzen wir noch einige Schornsteine auf die Dächer, füllen den Raum über dem Wirthschaftsgebäude durch eine Baumgruppe aus, deren höchste Stelle nur $1\frac{1}{2}$ cm über dem Dache liegen darf, den Horizont begrenzen wir mit einer fernen Bergkette, deren höchste Stelle $1\frac{1}{2}$ cm über dem Horizont liegen kann. Sonstige Ausschmückung ist uns überlassen, auch kann der Bach oberhalb der Brücke mit einer Schwingung nach rechts sich bis gegen den Seitenrand des Bildes oder bis unter den Gartenzaun fortsetzen etc.

In den angeführten Beispielen haben wir alles dasjenige praktisch verwerthet und zur Anwendung in verschiedener Weise gebracht, was wir uns zuerst theoretisch zurecht gelegt hatten, wir könnten unsere Bemühungen hiermit schliessen, es fällt uns aber noch eine Sache auf, die theilweise, so weit sie für uns nöthig ist, der Linien-Perspective angehört, der andere Theil gehört der Optik an. Es sind dies die Spiegelungen, wovon uns hauptsächlich der Wasserspiegel interessirt.

Da wir, um über diesen Gegenstand gründlich klar zu werden, einen Theil seiner Theorie studiren müssen, so thun wir dieses am bequemsten wieder an unserm Apparat.

Wir haben früher bei unseren ersten Untersuchungen an der Glastafel, öfter Spiegelungen bemerkt, sie interessirten uns damals nicht, ja sie waren im Gegentheil öfter störend, jetzt wollen wir diese Bemerkung benutzen, um den natürlichen Vorgang bei der Spiegelung zu ergründen.

Damit wir klare Spiegelbilder erhalten, putzen wir unsere Glastafel so blank als möglich, stellen den Apparat dann zusammen, wenden aber hierbei die grösste Vorsicht und Genauigkeit an, untersuchen ob er noch gut im Stande ist, ob beide untere Deckel genau in einer Ebene liegen, ob Glastafel und Ocular genau senkrecht stehen, ob die erstere genau in dem Falz und genau gegen den hintern Deckel steht, und spüren überhaupt allen Uncorrectheiten nach, die inzwischen sich etwa eingeschlichen haben. Den Apparat stellen wir nun so auf, dass das volle Licht auf den vorderen Theil Zugang hat, dass also die Tafel keinen Schlagschatten auf denselben werfen kann, den hinteren Theil können wir sogar durch irgend einen Gegenstand, Pappdeckel, grosses Buch u. dgl. verfinstern.

Nach diesen Vorrichtungen legen wir ein Stückchen weisses Papier, etwa 2 cm Quadrat, in irgend eine Stelle des vorderen Deckels; zu unserer Befriedigung erblicken wir sogleich ein Spiegelbild desselben, aber es ist schwach, und wir sehen um und neben demselben auch

mehrere alte Zeichnungen auf den hinteren Deckel, diesen Uebelstand abzuhefen, verhängen wir die hintere Seite der Tafel mit einem schwarzen Tuch und sehen nun unsere Papierstückchen sehr genau in der Spiegelung. Das Tuch aber ist umständlich und unbequem, auch schliesst es nicht genau gegen die Tafel, wir sehen immer noch etwas von der Grundfläche hinten. Deshalb nehmen wir ein schwarzes Papier ohne Glanz, schneiden ein Stück davon, welches etwas grösser als die Tafel ist, doch so, dass es ungehindert durch die Spannfäden genau gegen das Glas anliegen kann, stellen dieses auf, und damit es nicht umfällt, ein Buch oder anderen passenden Gegenstand dahinter. Wir können jetzt jede andere Verdunkelung fortlassen, denn die Spiegelung ist so vollkommen als möglich.

Das Spiegelbild des Papiers ist jetzt sehr genau zu sehen, wir legen es an verschiedene Stellen und in verschiedene Richtungen, und sehen, dass es sich jedesmal ändert, sowohl seiner Lage, als auch seiner Richtung nach. Wenn wir das alles aufmerksam betrachten, so erkennen wir sogleich, dass das alles auch nach ganz bestimmten Gesetzen vor sich geht und diese zu ergründen ist unsere Aufgabe.

Wie wir es zu Anfang unserer Studien gethan haben, fangen wir mit der allereinfachsten Sache, der Spiegelung eines einzigen Punktes, an. Um ein solches Bild aber ohne Störung zu erhalten, nehmen wir einen halben Bogen weisses Papier, legen denselben genau zusammen, so dass wir zwei Quartblätter erhalten, den Kniff schneiden wir mit einem scharfen Messer auf. Auf der langen Seite dieses Blattes suchen wir die Mitte und ziehen hier einen genau rechtwinkeligen Bleistiftstrich über das Blatt.

So vorbereitet legen wir das Blatt vor der Tafel genau gegen dieselbe in der Art, dass der gezogene Strich auf der Mittellinie, welche noch vor dem Blatt bis zum Ocular sichtbar ist, zu liegen kommt. Ohne durch das Ocular zu blicken, sehen wir sogleich, wie sich dieser Strich in derselben Richtung hinter dem Glase fortzusetzen scheint, als ob es eine einzige gerade Linie wäre, und diese Erscheinung bleibt dieselbe, so oft wir auch unsere Stellung verändern.

In dieser Linie wollen wir nun einen bestimmten Punkt beobachten, hierzu scheint uns ein solcher geeignet, der die Hälfte der Tafelbreite von dieser entfernt liegt, also 12 cm; hier machen wir mit Tusche einen starken Punkt, etwa so gross, als wie der Kopf einer starken Stecknadel. Durch das Ocular blickend, sehen wir diesen Punkt sehr scharf und genau, wir nehmen unsere Feder und machen in derselben Art wie früher, genau da, wo wir den Punkt sehen, auch auf der Tafel einen Punkt. Diese Arbeit ist einestheils umständlich, aber dafür können wir auch anderseits sehr genau sehen, ob wir auch den Punkt gut getroffen

haben, denn die geringste Abweichung lässt auf dem weissen Grund, wenn wir durch das Ocular blicken, das Spiegelbild des Punktes sogleich uncorrect erscheinen.

Nach dieser Manipulation nehmen wir das schwarze Papier hinter der Tafel fort und blicken wieder durch das Ocular, da nun der Raum hinter der Tafel erleuchtet ist, finden wir, dass unser Punkt auf der Tafel genau den Mittelpunkt unseres hinter der Tafel gezeichneten und ausgerissenen Quadrates deckt, und dass es derselbe Fall ist, als früher, wo wir diesen Mittelpunkt in seiner Projection auf der Tafel, durch Bezeichnung eines Punktes angegeben haben. Wir haben also hier dasselbe Resultat auf umgekehrtem Wege erhalten.

Damit wir über diese Erscheinung klar werden, beschliessen wir eine geometrische Zeichnung dieses Vorganges, in welcher wir die Tafel im Profil durch eine einzige Linie vorstellen, wodurch dann die Grundebene auch eine einzige Linie wird. In der Mitte des Blattes, welches wir hierzu benutzen, ziehen wir eine verticale Linie, legen zu dieser etwa 10 cm unter dem oberen Rand des Papiers, eine genau rechtwinkelige Querlinie, so bedeutet die verticale Linie die im Profil gesehene Tafel, während die andere die Grundebene ebenfalls im Profil darstellt. — Da wir in unseren Zeichnungen die halbe Grösse der Distanz des Apparates zu Grunde gelegt haben, so bleiben wir auch hier bei dieser Anordnung, und legen zur Linken auf der Grundlinie, von dem Profil (Tafel) aus gerechnet, wie auf unseren früheren Horizonten, 9 cm an, nennen diesen Punkt, der nun eigentlich den Fusspunkt des Auges bedeutet, F' , wie früher; das Auge liegt jetzt 6 cm senkrecht über demselben, diesen Punkt nennen wir A , er bedeutet das Ocular, hinter welchem sich das Auge befindet, wo wir durch dasselbe blicken. Unser beobachteter Punkt liegt, nach verkleinertem Massstab 6 cm von der Tafel, diesen Punkt nennen wir a . — Da wir gefunden haben, dass unser auf der Tafel angemerker Punkt, wenn wir durch das Ocular blickten, den Mittelpunkt des Quadrats in der hinteren Grundebene deckte, und es gerade so ist, als ob wir den Gesichtsstrahl auf diesen Punkt direct gerichtet hätten, so haben wir auch nur nöthig, um die Projection dieses Punktes in der Profiltafel zu finden, einen solchen Gesichtsstrahl wirklich zu ziehen. — Wir legen daher den beobachteten Mittelpunkt, der hinter der Tafel nach verkleinertem Masse 6 cm liegt, auch hier mit 6 cm hinter die Tafel, nennen diesen Punkt b und ziehen einen wirklichen Gesichtsstrahl von A nach b , so schneidet dieser Gesichtsstrahl die Tafel in dem Punkt, welchen wir in der Natur auf der Tafel angemerkt haben, messen wir die Entfernung des Durchganges dieses Gesichtsstrahls in der Profil-Tafel, so finden wir etwa $2\frac{1}{2}$ cm, eine Höhe, welche der des wirklich angemerkten Punktes auf der Glastafel, die etwa 5 cm beträgt, vollkommen ent-

spricht, da wir von allen Verhältnissen ebenfalls die Hälfte angenommen haben. —

Der Theil des Gesichtsstrahls mb ist aber nicht vorhanden, weil ja auch der Punkt b nicht in Wirklichkeit vorhanden ist; der Theil, Am , aber ist in Wirklichkeit vorhanden, wo bleibt nun aber der erstere, verloren gegangen kann er nicht sein, wir müssen ihn aufsuchen. — Bei dieser Reflexion kommen wir auf den Gedanken, dass ja der Gesichtsstrahl eigentlich nicht von unserem Auge ausgehen kann, sondern dass der Strahl von dem Gegenstande ausgehend unser Auge trifft, denn unser Auge ist eigentlich ein Apparat wie der einer Camera obscura, in welcher sich die Bilder auch erst bilden, indem sie durch ein Ocular fallen. — Also der Strahl geht vom Punkte a vor der Tafel aus, fällt in m auf dieselbe, wird hier zurückgeworfen, und trifft unser Auge. — Wie kommt es, dass wir den Bruch des Gesichtsstrahls, den wir hier nun eigentlich nicht mehr so bildlich nennen dürften, denn es ist in Wahrheit, wie wir sahen, ein Lichtstrahl, dass also unser Auge den Bruch dieses Strahles nicht merkt? Ganz natürlich, das Auge kann vermöge seiner Construction ja nicht ausser sich empfinden, sondern nur dasjenige, was in demselben wirklich vorgeht. Das Auge sieht nicht, es ist nur der Apparat dazu, wir empfinden nur das Bild, welches unser Auge, uns unbewusst, dem Verstande zuführt, deshalb versetzt derselbe auch das beobachtete Object, in gerader Richtung dorthin, wo der letzte Strahl, welcher ins Auge fällt, seiner geraden Richtung nach dirigirt, abgesehen davon, ob derselbe auf seinem Wege ein- oder mehrmal gebrochen wird. — Die Verbindung am muss also denjenigen Theil des Strahls angeben, welcher vor der Tafel liegt, und der Punkt m denjenigen Punkt, in welchem der Strahl gebrochen wird.

Betrachten wir nun die beiden Linien am und mA , so finden wir, im Vergleiche zur senkrechten Linie, welche die Tafel vorstellt, dass die beiden Winkel, welche sich bei dem Punkt m an der Tafel bilden, uns gleich erscheinen, und legen wir den Winkelmesser an, so sind sie es auch wirklich, und ebenso gross ist auch der Winkel, welcher sich hinter der Tafel scheinbar bildet, der Winkel Vmb . Wir erinnern uns eines Satzes, welchen wir in der Geometrie gelernt haben, dass wenn zwei Dreiecke eine Linie gemeinschaftlich haben und ausserdem noch zwei nachgewiesen gleiche Winkel, die Dreiecke selber congruent, also gleich sind. Das ist hier aber der Fall, der rechte Winkel in beiden Dreiecken ist überhaupt gleich, der Winkel amV und Vmb sind es ebenfalls, die Linie Vm gehört beiden gemeinschaftlich an, also die Dreiecke sind gleich, mithin auch die Linien aV und Vb , ausserdem haben wir sie schon von vornherein gleich gemacht.

Wir haben uns also auch auf mathematischem Wege von der

von der unbedingten Gleichheit dieser Linien, der bestimmten Entfernungen, Rechenschaft gegeben und können zu der Schlussfolgerung schreiten, das Spiegelbild eines Gegenstandes erscheint gerade so weit hinter der reflectirenden Oberfläche, als es vor derselben liegt. Es scheint uns diese Schlussfolgerung eine Handhabe zu geben, solche Spiegelbilder auch perspectivisch construiren zu können.

Es sind also zwei Erfahrungen, welche wir schon auf diesem Gebiete gemacht haben, nämlich: dass das Bild auf der reflectirenden Oberfläche da erscheint, wo beide Winkel, welche der gebrochene Strahl an dieser Oberfläche bildet, und deren ersten wir den Einfallswinkel, den anderen den Reflexionswinkel nennen, gleich sind, und dass das Spiegelbild in derselben Entfernung hinter der reflectirenden Oberfläche erscheint, als es vor derselben liegt.

Was wir mit diesen beiden Factoren, von denen uns der zweite als der für unseren Zweck bedeutend wichtigere erscheint, anfangen sollen, ist uns vorläufig noch unklar, es scheint uns immer noch etwas zu fehlen, um zu einer sicheren Bestimmung der Spiegelbilder zu gelangen. Wir haben aber auch erst mit einem einzigen Punkt den Versuch an unserem Apparat gemacht, versuchen wir deshalb noch andere und sehen, welche Erscheinungen statt haben, um Vergleiche und Aehnlichkeiten aufzustellen. —

Wir nehmen den Apparat zur Hand, stellen das schwarze Papier wieder auf und wollen nun einen zweiten Punkt beobachten; zur Wahl eines solchen zweiten Punktes sind wir nicht lange in Verlegenheit, wir legen ihn, um ihn besser mit dem ersten vergleichen zu können, mit demselben in gleicher Entfernung von der Tafel; zu diesem Zweck legen wir durch den ersten Punkt eine rechtwinkelige Querlinie mit der bereits auf dem Papier befindlichen, in diesen legen wir 4 cm vom ersten entfernt den zweiten Punkt an, den wir ebenfalls so verstärken als den ersten. Auf diesen Punkt visiren wir durch das Ocular und machen dort wieder, wo er auf der Tafel erscheint, einen Punkt wie vorher. Dieser Punkt liegt jetzt zwar mit dem ersten in gleicher Höhe, aber bedeutend näher an diesen, als der neue Punkt vorne liegt. Jener erste lag in der Normale überhaupt, der zweite scheint uns jetzt ganz anderen Bedingungen unterworfen zu sein. Untersuchen wir die Sache ganz in derselben Art als die vorige, nehmen wir das dunkle Papier fort, und machen, durch das Ocular blickend, wieder einen Punkt in der hinteren Grundebene, dieser trifft ebenfalls auf der hinten befindlichen Querlinie, also ebenfalls in gleicher Entfernung von der Tafel. — Das ist eine wichtige Bemerkung, wir messen die Entfernung des neuen Punktes von dem Mittelpunkt und finden, dass sie gleich der Entfernung des zweiten Punktes vor der Tafel von der Mittellinie ist.

Das Bild liegt also wieder ebenso weit hinter der Tafel, als der beobachtete Punkt davor, und ziehen wir zwischen beiden eine gerade Linie wenigstens bis zur Tafel, so läuft diese parallel mit der ersten. Stellen wir das dunkle Papier wieder auf und betrachten jetzt das Spiegelbild des zweiten Punktes, es bleibt diese Erscheinung in allen Stellungen, die wir einnehmen, dieselbe, die Linie läuft ununterbrochen im Spiegel fort, und blicken wir durch das Ocular, so liegt auch der auf der Tafel angemarkte Punkt darin. Mit einem dritten Punkt, den wir auf der anderen Seite der Grundebene in gleicher Entfernung legen, bleibt die Erscheinung dieselbe, wir erhalten ebenfalls eine Linie, welche mit der ersten, die aber die Projection des Normalstrahls war, parallel läuft. Wir sind jetzt überzeugt, dass, so viel Punkte wir auch beobachten würden, die Erscheinungen immer dieselben bleiben müssen.

Ein einziger Umstand fällt uns aber noch auf, nämlich der, dass, wenn wir auch die Linien in paralleler Richtung fortlaufen sehen, doch die 3 Punkte, wenn wir sie ohne Ocular betrachten, scheinbar ohne alle Bedeutung in freier Luft schweben, sie liegen in gleicher Höhe und auch in gleichen Entfernungen. Diesen Umstand näher zu untersuchen, drehen wir die Sache wieder um und betrachten die 3 Punkte hinter der Tafel als solche, die auf die Tafel projectirt werden sollen, so tritt ganz derselbe Umstand ein, wie wir ihn auf Seite 17 und 18 beobachtet haben, die Verbindung je eines der Punkte mit dem Durchgangspunkt der zugehörigen Linie in der Grundlinie des Bildes gab uns die perspectivische Zeichnung dieser Linie; ziehen wir also diese Linien auf der Glastafel, stellen den Apparat wieder zusammen und betrachten sie durch das Ocular, so finden wir dies alles in natura bestätigt. —

Welchen Schluss können wir aus dieser letzten Bemerkung ziehen; wir bedenken, wie wir Seite 18 uns den Sehstrahl als einen Gummifaden vorstellten, dass der Strahl (Faden) in einer Ebene lief, welche durch das Auge und die verfolgte Linie bestimmt wurde, in dieser Ebene lag aber auch die Projection des Punktes, den wir beobachteten; hier ist es ganz derselbe Fall, das Spiegelbild liegt auch in einer solchen Ebene. Da nun aber die hier in Rede stehenden Linien mit dem Normalstrahl parallel sind, so ziehen wir den Schluss: das Spiegelbild liegt in einer Ebene, welche durch Auge und den Punkt der Spiegelung auf der glänzenden Oberfläche rechtwinklig zum Bilde steht, und dass die Brechung des Lichtstrahls in dieser Ebene vor sich gehen muss.

Der Umstand ferner, dass alle die Punkte auf der Glastafel in einer Linie liegen, giebt uns noch Stoff zu weiteren Beobachtungen. Verbinden wir diese drei Punkte durch eine Linie, so ist dieselbe horizontal und geometrisch parallel mit der Grundlinie des Bildes und daher auch geometrisch parallel mit der Linie, in welcher

alle drei Punkte vor der Glastafel liegen. — Denken wir uns dieses Experiment mit anderen Punkten, die ebenfalls in gleicher Entfernung vor der Tafel liegen, ausgeführt, so ist es natürlich, dass wir dasselbe Resultat erhalten werden. Hieraus ziehen wir den Schluss:

Linien, welche mit der Grundlinie des Bildes parallel laufen, laufen auch in ihren Spiegelbildern geometrisch parallel mit derselben. Die Grundlinie des Bildes ist aber hier authentisch mit der spiegelnden Oberfläche, daher bleiben auch die Spiegelbilder geometrisch parallel mit der spiegelnden Oberfläche. — Haben daher solche mit der spiegelnden Oberfläche parallel laufende Linien andere Richtungen als die hier untersuchten, so müssen die Spiegelbilder dennoch mit ihnen parallel bleiben, d. h. sie müssen auch denselben Verschwindungspunkt haben, denselben Verschwindungspunkt, den die sich spiegelnde Linie hat.

Resumiren wir nun alle gemachten Erfahrungen zu einer Generalregel, so erhalten wir zwei sehr einfache Abtheilungen derselben, die alles bisher Beobachtete in sich fassen:

1) Soll das Spiegelbild eines Punktes gefunden werden, so ziehen wir von diesem aus rechtwinklig zur spiegelnden Oberfläche und hinter derselben in gleicher Richtung fort und machen diese Linie hinter der spiegelnden Oberfläche so lang, als sie vor derselben ist.

2) Spiegelbilder solcher Linien, welche mit der spiegelnden Oberfläche parallel sind, bleiben auch mit dieser parallel.

Wir haben hierdurch die Regeln für die ganze Spiegelung erschöpft, sie sind so einfach, als die Generalregeln der Perspective überhaupt sind, sie werden nur complicirt durch das Zusammentreffen vieler Umstände, so complicirt als die einfachsten Regeln bei den geneigten Ebenen wurden. Darum ist hier sowohl als dort so viel Mühe darauf verwendet worden, die Einfachheit derselben nachzuweisen, weil man sonst, wenn man die Sache nur mechanisch betrachtet, glaubt, man habe es mit hunderten von Regeln zu thun und solche auswendig zu lernen, und man hat es denn auch; dadurch aber wird die Ausübung der Perspective für Manchen schwierig, ja für einen grossen Theil ausübender Künstler bleibt sie sogar ein dunkles Feld.

Hier bei der Spiegelung z. B. treten nicht nur allein diese Regeln dafür einzeln auf, sondern sie treten auch in Verbindung mit den Regeln der Perspective in ihren mannigfachsten Verwickelungen auf, denken wir uns nur geneigte oder gekrümmte Spiegelebenen; bei ersteren ist die Construction in allen Fällen noch möglich, bei letzteren aber grenzt sie an die Unmöglichkeit, und muss die Natur selber zu Rathe gezogen werden.

Der am häufigsten vorkommende Spiegel, welcher auch die grösste Wichtigkeit hat, ist der Wasserspiegel. Dieser muss in allen Fällen

genau und richtig construirt sein, hier kommen auch die meisten Verstösse vor, deshalb stellen wir uns noch die Aufgabe, die Wasserspiegelung verschiedener Gegenstände zu finden.

Es sei uns hier überlassen, das Bild wie bei einer Composition zu behandeln, und, ohne bestimmte Aufgabe, die Gegenstände uns so zu legen, wie sie für unseren Zweck passen. Den Horizont legen wir 7 cm vom oberen Rande des Blattes an, bezeichnen den Augenpunkt mit *A*, legen zu jeder Seite wie gewöhnlich 9 cm als Distanz an und bezeichnen diese Punkte mit *D*, die Verticale glauben wir bei dieser Zeichnung nicht zu benutzen. Die Grundlinie legen wir wie in vielen Zeichnungen 6 cm über den Horizont an, machen sie wie gewöhnlich 12 cm lang, und stellen auf dieselbe ein grosses Quadrat als Umrahmung des Bildes.

Wir nehmen an, der ganze untere Theil sei ein ruhiges klares Wasser, auf dessen Oberfläche die Spiegelung stattfinden soll. Zunächst wollen wir ein niedriges, senkrechtes, steinernes Ufer anlegen. An dem linken Seitenrand, 3 cm von der Grundlinie hinaufgemessen, benennen wir diesen Punkt mit *a* und legen hier eine Parallele mit dem Horizont von 5 cm Länge. Die Höhe des Ufers legen wir $\frac{1}{2}$ cm über *a* an, benennen den Punkt *b* und legen hier ebenfalls eine Parallele mit dem Horizont in einer Länge von 8 cm. Dieses Ufer wird zunächst eine Spiegelung abgeben, wir nehmen an, eine senkrechte Linie darin verursache dieselbe, diese sei Linie *ab* z. B. Nach unserer Regel haben wir nun den Spiegel eines Punktes zu finden, zunächst von demselben rechtwinklig zur spiegelnden Oberfläche zu ziehen, das ist schon geschehen im Seitenrande des Bildes, dann in derselben Richtung fortzugehen, bis die Linie ebensolang wird als die erste, das ist auch schon geschehen im Seitenrande, und legen daher ganz einfach das Stück des Seitenrandes *ab* nach unten um, ziehen von hier, da nach der Regel der Spiegel solcher Linien, welche parallel mit der spiegelnden Oberfläche liegen, parallel mit der Linie bleiben muss, von hier wieder eine Parallele mit der mit der oberen Linie, d. h. eine Parallele mit dem Horizont etwa so lang als die untere. Die letztgezogene Linie ist nun das Spiegelbild der oberen Kante des Ufers, der Linie in *a*.

Dieses ist das einfache Schema für die Spiegelungen, das wir uns merken, es wird niemals anders, wenn es auch insofern, wie wir bald sehen werden, etwas umständlicher wird.

In diesem Ufer befindet sich eine Treppe von zwei Stufen, deren erste natürlich in der Hälfte der Uferhöhe liegen muss. Wir messen von *b* auf der Linie 1 cm weiter, nennen diesen Punkt *c*, lassen von hier eine Senkrechte

herunter bis zum Spiegel der Uferkante, deren Mitte in Linie a wir mit b benennen, messen dann noch weitere 2 cm, so dass dieser neue Punkt 3 cm von b entfernt liegt, hier lassen wir eine gleiche Senkrechte nieder, die Stufenkante liegt nun, wie schon gesagt, auf der Hälfte dazwischen, diese Höhe legen wir in d um und ziehen eine Horizontale, so ist der Spiegel der Uferseite fertig. Ehe wir nun weiter gehen, wollen wir der Klarheit wegen diese fertige Zeichnung gleich fixiren, wir reissen die Linie in a und die Linie in b mit ihrem Ausschnitt stark und mit etwas dunkler Tusche aus, während wir uns zu dem Spiegel und den Constructionslinien eine schwache Tusche anreiben, damit sich beide Sachen gehörig trennen. Mit dieser Vorsicht reissen wir die feste Linie des Wasserspiegels aus und punktiren das Stückchen Senkrechte bei d von der Stufe bis zum Spiegel derselben. Zur Anlage der zweiten Stufe ziehen wir von den beiden Ecken des Einschnittes kurze Linie in der Richtung nach A , auf die in c liegende legen wir von c aus 8 mm und hier eine Parallele mit dem Horizont bis zur anderen Linie und haben nun den oberen Rand der Stufe erhalten, deren Ansicht noch unten zu ergänzen ist. Um zu untersuchen, ob wir von dieser Stufe noch einen Spiegel erhalten können, haben wir schon eine der oben angeführten Umständlichkeiten durchzumachen; wir müssen, da sich zur Aufsuchung des Spiegels die kleine Durchschnittslinie beider Stufen am besten eignet, diese Linie, da sie nicht unmittelbar auf dem Wasser steht, bis auf die Oberfläche des Wassers herunterführen, diese Oberfläche des Wassers reicht aber nicht bis unter die kleine Linie hin, wir müssen daher auch die Oberfläche des Wassers bis dorthin verlegen, mit einem Wort, wir müssen die Projection der Linie auf der Wasseroberfläche suchen, diese Projection aber ist nur ein Punkt. Ziehen wir von d eine Linie nach A , so ist dieselbe die Projection der ganzen Seitenansicht der Stufe, lassen wir nun die kleine senkrechte Durchschnittslinie bis zu dieser herab, so haben wir die gesuchte Projection gefunden. Von diesem Punkt legen wir die ganze Höhe dieser nun verlängerten Senkrechten um und haben den Spiegel des oberen Punktes derselben gefunden. Aber dieser Punkt bleibt innerhalb der festen Zeichnung und des Spiegels der kleinen Stufe liegen und kann daher kein Spiegelbild abgeben.

Wir sehen, dass die Umständlichkeit hier eine doppelte ist, zuerst mussten wir die Projection suchen, um dann zu finden, dass unsere ganze Arbeit umsonst war. Später fällt so etwas fort, denn wir sehen sehr bald durch Schätzung, wo ein Spiegelbild möglich ist; es war hier nur nöthig, uns diese kleine Arbeit zu machen, weil sich dieses Verfahren zum Schema erhebt, das wir uns merken müssen. —

Der obere Theil dieser Terrasse sei der Vorplatz zu einem Waaren-

magazin, auf welchem einige Gegenstände, Fässer u. dgl., stehen. Einen Waarenballen wollen wir zeichnen; wir messen vom Punkt *b* aus 34 mm auf der Linie ab, nennen diesen Punkt *e* und ziehen von hier eine kleine Linie nach *A*, messen auf dieser 5 mm ab und stellen hier eine Senkrechte von 1 cm Höhe, von beiden Endpunkten dieser Senkrechten ziehen wir Parallelen mit dem Horizont von 13 mm Länge, die wir mit einer Senkrechten wieder begrenzen. Das ist die Vorderansicht des Ballens, welchen wir nun nach unserem Geschmack ergänzen, ihn umschnüren etc. Es soll nun untersucht werden, wieviel von diesem Ballen im Wasserspiegel zu sehen ist. Wir nehmen wieder an, die senkrechte linke Seite habe den Spiegel abzugeben; nach unserm Schema müssen wir den Punkt suchen, in welchem sie auf dem Wasser stehen würde. Das geschieht nun ganz nach dem Schema, von *e* senkrecht bis zum Wasser, von hier nach *A*, von der Senkrechten herunter, in diesen Punkt den Zirkel bis oben hin geöffnet, umgelegt, Punktum, d. h. wir machen hier einen Merkpunkt, von welchem aus wir den ganzen Spiegel unbekümmert weiter construiren, d. h. wir ziehen die senkrechte Linie herunter, gehen vom Punkt aus horizontalparallel dann nach *A*, etc., mit der angebrachten Umschnürung machen wir es ebenso. Diesen Ballen reissen wir aus, ebenso den Spiegel, soweit er unter dem Spiegel der Uferkante sichtbar ist, die senkrechte Linie der linken Seite punktiren wir, weiter nichts.

Auf der linken Seite soll ein Fass stehen; 4 mm über *a* ziehen wir eine kleine Parallele mit dem Horizont, messen auf dieser zuerst 1 M, welchen Punkt wir *f* nennen, dann noch 6 M weiter, und ziehen mit dieser Linie ein horizontales Quadrat, und auf diesem einen senkrechten Körper in 1 cm Höhe, im Grundquadrat sowohl, als auch in dem oberen ziehen wir einen Kreis, zu welchem Zweck wir zuerst die beiden Diagonalen in den Quadraten legen, dann durch die Mittelpunkte eine Linie nach *A*, und eine horizontale Querlinie legen, die alle beide die vier Seiten berühren, in diesen Berührungspunkten tangirt der Kreis die Quadrate, beide Kreise verbinden wir durch eine leicht geschwungene Linie und staffiren das Fass aus. Um den Spiegel zu finden, exerciren wir wieder nach dem Schema, die Senkrechte herunter bis ins freie Wasser, von *f* nach vorne in der Richtung *A*, die verlängerte Oberkante *b* getroffen, senkrecht herunter, bis zum Wasserspiegel (verlängerte *a*), von hier nach *A* bis zur Senkrechten, hier den Zirkel, geöffnet bis oben, umgelegt, Punktum. Von diesem Punkt aus construiren wir zuerst die Hülfslinien, dann zeichnen wir das Fass aus freier Hand hinein. Von dieser Arbeit reissen wir nur das Fass selbst aus und den Spiegel im Wasser unterhalb der Spiegelkante des Ufers, punktiren die erste Senkrechte bis herunter, hernach das Exercitium, welches ausser-

halb des Bildes liegt. Alle übrigen Constructionslinien wischen wir fort.

Ein Arbeiter steht auf der Terrasse in der Verlängerung der Linie cA , 4 mm hinter der Ecke der vertieften Stufe. Hier stellen wir eine Senkrechte gleich bis ins Wasser, machen die Figur $1\frac{1}{2}$ cm gross, führen das vorgeschriebene Exercitium aus und finden, dass nur der Kopf der Figur ein Spiegelbild abgeben kann.

Das Waarenmagazin steht nur 7 mm über der Vorderkante des Ufers, diese 7 mm legen wir über b an und ziehen eine Parallele mit dem Horizont von 62 mm Länge, hier stellen wir eine Senkrechte von 3 cm Höhe und gehen von diesem Punkt wieder parallel mit dem Horizont bis gegen den linken Seitenrand des Bildes, eine Parallele über dieser Linie in 2 mm Entfernung giebt die Dachkante, welche noch 3 mm über die Senkrechte hinausragt und mit dieser verbunden wird, eine dritte Parallele mit dieser Linie 1 cm höher von 5 cm Länge, von der Seite des Bildes an gerechnet, gibt die Höhe des Daches, welches nun zu ergänzen ist. Von der Ecke des Gesimses läuft die sichtbare Dachkante nach A etwa 7 mm, und schliesst hier mit einer kleinen linken Abweichung an der senkrechten Hausseite an.

In der Fronte dieses Gebäudes ist eine Thür und zwei Fenster, die Thür steht dem Einschnitt des Ufers gegenüber, deshalb verlängern wir die Seitenlinien dieses Einschnitts nach A bis zum Gebäude und stellen hier zwei senkrechte Linien von $1\frac{1}{2}$ cm Höhe, legen darüber eine Parallele mit dem Horizont längs der ganzen Front, welche uns gleich die Fensterhöhen angeben soll, und schlagen über die beiden Senkrechten einen geometrischen halben Bogen. Die Dicke der Wand, welche an der linken Seite des Thores sichtbar ist, bestimmen wir auf 2 mm und stellen hier eine Senkrechte, sie wird unten durch die Verlängerung von cA begrenzt, und oben durch eine Linie nach A , vom höchsten Punkt der ersten Senkrechten ausgehend, durch letzteren Punkt eine Parallele mit dem Horizont, auf dieser den Mittelpunkt des Bogens nach A herunterholt, in diesem Punkt mit dem erhaltenen Radius einen geometrischen Bogen, er beendet die Zeichnung. Zu jeder Seite der Thür, 7 mm von dieser entfernt, sind 9 mm breite Fenster, wir legen durch diese Punkte Senkrechte von der oben vorgerissenen Horizontalen an bis 6 mm von der unteren Linie des Gebäudes, begrenzen die Fenster unten durch eine Horizontale, oben durch einen halben Bogen und bestimmen die Wanddicken nach unserer Erfahrung.

Die Spiegelung suchen wir nun nach derselben Regel, führen alle Senkrechten gleich bis ins Wasser hinunter; die bequemste Linie für die Construction ist die linke senkrechte Vorderkante der Thür, mit der führen wir das Exercitium aus, durch den Fuss der Figur vor bis c ,

senkrecht nach d , nach A bis zur Senkrechten, hier den Zirkel, geöffnet bis zur oberen Horizontalen, umgelegt, Punktum. Durch diesen Punkt eine Horizontale über die ganze Breite der Senkrechten, wir schlagen die Bögen und machen für die Seitenansichten dieselbe Construction wie oben, nur umgekehrt.

Wir haben nun noch die Spiegelung des Hauses zu suchen, die senkrechte Thürseite, welche wir schon benützt haben, führen wir bis unter das Dach, legen diese Höhe um und reissen die Spiegellinie vor. Jetzt haben wir die vordere Dachkante zu suchen, hierzu haben wir einen rechtwinkligen Durchschnitt des Gesimses nöthig, den könnten wir auf folgende Art erfahren, die hier nicht ausgeführt, nur mitgetheilt werden soll. Wir verlängern die erste Senkrechte ein wenig in das Gesims hinauf, dasselbe thun wir auch mit der rechten Seitenlinie des Gebäudes, von der Spitze des Gesimses ziehen wir eine kleine Diagonale nach D links bis zur verlängerten Senkrechten, von hier horizontparallel bis zur anderen verlängerten Senkrechten, hier wieder von A bis zur oberen Dachkante, das wäre der gesuchte Punkt. Da aber diese Construction sehr klein, ausserdem nicht viel darauf ankommt, legen wir $1\frac{1}{2}$ mm neben der linken Thürseite eine Parallele vom Dach bis unten ins Wasser, diese schneidet die Projectionslinie dA , von hier legen wir die ganze Linie um, und erfahren den gewünschten Punkt, durch welchen wir eine Parallele mit dem Horizont legen. Die Endschaft dieser Spiegellinien besorgt die verlängerte Hauskante, und eine Senkrechte von der spitzen Ecke, vom letztgefundenen Punkt eine Linie nach A beendigt die Zeichnung. Von dieser ganzen Construction reissen wir nur das aus, was Zeichnung ist, von den Hülfslinien nur die beiden benutzten ihrer ganzen Länge nach, so wie die Projection bis zum Umlegepunkt, alles Uebrige wischen wir wieder fort.

An der rechten Seite des Ufers liegt eine Fähre, aus welcher Waaren ausgeladen sind, dieselbe nimmt 5 cm von b entfernt, einen starken halben mm unter dieser Linie ihren Anfang, setzt sich von hier $5\frac{1}{2}$ cm nach der rechten Seite des Bildes fort, mit dieser Linie legen wir eine zweite parallel, welche $3\frac{1}{2}$ mm darunter liegt und schneiden diese durch die Endpunkte der oberen Linie von A aus ab. In diesen Raum legen wir der Länge nach eine perspectivische Mittellinie. Vom rechten Ende dieser Mittellinie lassen wir eine kleine Senkrechte von 5 mm Länge herab, legen von A aus durch den Endpunkt derselben eine kleine Linie der oberen entsprechend und lassen auf diese Linie zwei Senkrechte von den beiden oberen Ecken herab. Wir haben jetzt ein perspectivisches Oblongum, von der vorderen unteren Ecke dieses Oblongums einen Punkt, welchen wir m nennen, $1\frac{1}{2}$ mm nach hinten machen wir einen Merkpunkt, ebenso etwa 1 mm vom hintern Eckpunkt entfernt

aber nach vorne, von diesen beiden Merkpunkten verbinden wir, den ersten mit dem obern vorderen, den anderen mit dem oberen hinteren Eckpunkt des Oblongums. Wir haben nun einen perspectivischen Seitenaufriss der Fähre und ziehen jetzt von den unteren Eckpunkten der schrägen Linien, sowie von dem dazwischen liegenden Mittelpunkt horizontparallel nach links unter der ganzen Zeichnung entlang, erstere ist die Fährlinie selber, welche auf dem Wasser liegt, mittlere die Projection der oberen Mittellinie. Auf der oberen Mittellinie legen wir 1 cm von ihren Endpunkten Merkpunkte nach dem Inneren der Fähre an, von dieser lassen wir Senkrechte bis zur Projection herab, durch diese Punkte legen wir Linien von *A* aus bis zur vorderen Fährlinie, diese Punkte verbinden wir mit den oberen Ecken und der Aufriss der Fähre ist fertig. Den Umriss der Fähre reissen wir aus und punktiren die Hülfslinien sämmtlich, soweit sie benutzt worden sind.

Nach dieser Verrichtung ist der Spiegel leicht zu finden; vor allen Dingen setzen wir den Zirkel in *m* und schlagen die Höhe um, hierdurch erhalten wir die Spiegelung des oberen Bordes, welchen wir von den vorderen Ecken der Fähre begrenzen; von letzteren Punkten geben zwei Linien, welche nach *A* laufen, den Spiegel ab, daher auch nach *A*, bis diese kurzen Linien wieder von den hinteren Ecken der Fähre durch senkrechte Linien begrenzt werden. Von diesen Punkten aus geben die hinteren schrägen Seiten der Fähre den Spiegel ab, die Punkte, in welchen sie das Wasser berühren, haben wir aber schon, nach diesen Punkten hin vollenden wir nun den Spiegel der Fähre.

Wir sehen, dass man sich gewaltig irrt, wenn man glaubt, man habe nur die Form verkehrt zu zeichnen, wenn man den Spiegel angeben will, man sieht solche Fehler unzählig und oft auf Gemälden von hohem Werth. Wenn nun ein solches Fahrzeug noch geschwungene Linien hat, werden die Fehler, die man dabei macht, noch viel grösser; denken wir uns hier z. B., das vordere und hintere Ende der Fähre hebe sich aufwärts, die beiden Seitenlinien aber bauchen sich nach aussen aus, so wird sich, wenn diese Abweichungen von der geraden Richtung nicht sehr bedeutend sind, in der Aufzeichnung nicht so gewaltig viel ändern, aber erstens verdoppeln sich ja diese Abweichungen im Spiegel und zweitens liegt derselbe viel tiefer vom Horizonte ab und dehnt sich dadurch in der Breite aus, ist er nun verzeichnet, so sieht man gleich, wo die schwache Seite liegt.

Die Terrasse setzt sich um das Haus fort und läuft dann horizontparallel weiter bis zum Seitenrande des Bildes. Wir ziehen vom Endpunkte der Linie in *b* aus, welcher über der Mitte der Fähre liegt, $1\frac{1}{2}$ cm nach *A* hinauf, dann horizontparallel gegen den rechten Seitenrand des Bildes, die Höhe dieser Terrasse holen wir von vorne herum, sie wird

etwa 3 mm Breite bekommen, suchen den Spiegel davon und reissen in bekannter Art das Arrangement gleich aus.

Ein Wohnhaus mit einer Mauer, begrenzt den Hintergrund, die Grundlinie dieses Arrangements legen wir 4 mm über die Kante des Ufers längs des ganzen noch freien Raumes, stellen 27 mm vom rechten Seitenrand des Bildes eine Senkrechte von 2 cm Höhe und schliessen an diesem Punkt durch eine Horizontparallele gegen den rechten Seitenrand an. Ein Gesims von 1 mm läuft mit dieser Linie oberhalb derselben parallel und ragt $1\frac{1}{2}$ mm über dieselbe hinaus, hier schliessen wir durch Verbindung der beiden Endpunkte dieser Linie. Die Höhe des Daches liegt 12 mm darüber, und endigt 14 mm von der ersten Seitenlinie entfernt, diesen letzten Punkt verbinden wir mit der Gesimsspitze. In der Fronte dieses Hauses legen wir vier Fenster von je zwei übereinander, von denen das obere etwas kleiner sein kann als das untere. Zwischen beiden Gebäuden liegt eine Mauer, dieselbe schliesst 3 mm über dem Horizont ab. Die Seitenansicht des Hauses ist 5 mm breit, wir ergänzen dieselbe nebst Gesims und einer ganz schmalen Seitenansicht des Daches. In der Mauer ist 1 cm von der senkrechten Linie des Hauses eine Thür, die 5 mm breit ist und im Horizonte abschliesst, diese Zeichnung fixiren wir jetzt; zur Auffindung des Wasserspiegels ist nichts Neues hinzuzufügen, es ist das alte Schema und wieder nur ein Exercitium, bei welchem wir uns nur die zweckmässigsten Stellen dazu auszusuchen haben. Was wir vom Dache im Wasserspiegel sehen, richtet sich nach dem Gang der Construction, auf welchem wir gefunden haben, dass wir von dem vorderen Dache nichts mehr sehen.

Ein Pappelbaum steht hinter der Mauer und ragt über dieselbe in gleicher Höhe hinaus, als die obere Dachspitze des hinteren Gebäudes, 7 mm von der Seitenlinie des Magazingebäudes legen wir eine Senkrechte von entsprechender Höhe und bis etwas unterhalb des Föhrenspiegels hinaus. Wir zeichnen diesen Baum, der nur oberhalb der Mauer sichtbar ist und nehmen an, dass sein Fusspunkt 3 mm über der Grundlinie der Mauer liege. Diesen Punkt haben wir nun erst bis zur (verlängert gedachten) Oberfläche des Wassers hinunterzuführen und finden dann, dass die Spitze des Baumes noch einen Spiegel im Wasser abgiebt. Einige Baumgruppen, die über das Magazingebäude etwas hinausragen, zeichnen wir dahin, einen Spiegel aber können sie nicht mehr abgeben. Einige Gebüsche und Baumgruppen, die wir noch zwischen Pappel und Wohnhaus anlegen, können keine Spiegelung mehr abgeben.

Die ferne Spitze eines hohen Gebirges ragt zwischen Baum und Dach hervor, zu diesem Zweck ziehen wir eine senkrechte Linie, etwa in der Mitte zwischen der Thür der Mauer und der hinteren senkrechten

Seite des Gebäudes, von oben bis etwas unterhalb des Föhrenspiegels und legen auf diese 37 mm über dem Horizont an, hier zeichnen wir die Spitze und die Abfälle des Gebirges nach unserem Geschmack. — Wie bei allen Gegenständen, die noch unterhalb des Horizontes ihren Grund- und Fusspunkt haben, muss auch die Spitze des Gebirges bis auf die Oberfläche (verlängert gedacht) des Wassers hinuntergeführt werden, indessen die sehr ferne Lage und die Nähe des Horizontes macht diese Unterschiede fast zu Null, doch aber müssen wir uns immer einigermaßen Rechenschaft über unser Arrangement geben können. Wir nehmen daher an, der Fusspunkt der Spitze läge noch $2\frac{1}{2}$ mm unterhalb des Horizontes, nun haben wir eine Linie, welche wir umlegen können, und finden, dass die Spitze noch etwas unterhalb des Föhrenspiegels sichtbar wird.

Der Mond ist soeben über das Gebirge herauf gestiegen, er steht in der linken senkrechten Linie der Mauerthür 48 mm über dem Horizont. Der Mond jedoch ist ein Weltkörper in dem unendlichen Raum, dieser ist für uns nicht zugänglich; hier haben wir es nicht mehr mit Entfernungen zu thun, wie wir Seite 14 und 23 gesehen haben, sondern nur mit dem Lichteffect. Wir reissen eine Senkrechte durch die linke Seite der Mauerthür von oben bis unten vor, der Fusspunkt des Mondes, sowie der aller Weltkörper, kann für uns nur im Horizonte liegen, deshalb setzen wir den Zirkel nun auch im Schneidepunkt der Senkrechten mit dem Horizont ein, öffnen ihn 48 mm den Mittelpunkt des Mondes und tragen diese Entfernung nach unten.

Es tritt jetzt eine andere Frage an uns heran, deren Beantwortung uns augenblicklich ein wenig stutzig macht. „Wie gross sollen wir den Mond zeichnen?“ Es ist sehr leicht zu sagen: ich sehe den Mond so gross als einen Teller, eine Schüssel, einen Apfel, ein Milchbrödchen u. s. w., aber alle diese Gegenstände treten in verschiedenen Entfernungen auch unter verschiedenem Sehwinkel auf, dieser Sehwinkel wird bei grossen Entfernungen, wie wir wissen, sogar Null, und eine Schüssel können wir daher in Entfernung einer halben Stunde schon gar nicht mehr sehen. Dennoch hat der Mond, für uns selbst als unendlich entfernt, noch einen Sehwinkel, und diesen Sehwinkel müssen wir festzustellen suchen. — Die Praktik wird uns hier wieder aushelfen, wir denken an unseren Apparat, dieser aber würde eine umständliche Aufstellung verursachen, um den Mond zu beobachten; behelfen wir uns daher mit der Fensterscheibe. Wir legen bei Vollmond das Auge möglichst so dicht an die Fensterscheibe, als unser Ocular von der Glas- tafel absteht, suchen den Kopf einigermaßen ruhig zu halten, stützen ihn vielleicht mit der einen Hand gegen das Fensterkreuz, nehmen in die andere einen Zirkel, und messen den Durchgang des Sehwinkels an der Scheibe. Wir erstaunen nun, dass wir ihn kaum 2 mm finden, und

dabei schneidet der Sehwinkel die Scheibe noch in schräger Richtung. — So klein können wir den Mond doch nicht zeichnen, denn er würde sonst den Eindruck eines ziemlich grossen Sternes machen. Weil nun zur Beurtheilung der Grösse des Mondes noch zwei Factoren fehlen, deren Grösse wir nicht kennen, Seite 16, so können wir auch kein bestimmtes Urtheil über dieselbe fällen; die Erfahrung lehrt aber, dass Jedermann diese beiden Factoren viel geringer schätzt, als sie es wirklich sind, darum sieht man die Mondscheibe grösser als sie wirklich ist. Diesem Umstand müssen wir Rechnung tragen und den Mond auch grösser machen, wir wählen, versuchen und bestimmen den Durchmesser des Mondes auf 5 mm, so gross zeichnen wir ihn in den angegebenen Mittelpunkt, und auch im Wasserspiegel.

Es tritt aber bei der Spiegelung leuchtender Körper noch ein Umstand hinzu, welcher das Spiegelbild oft ganz bedeutend verändert, nämlich die Bewegung der Oberfläche des Wassers; wenn auch das Wasser sehr ruhig ist, so ist namentlich bei grösseren Gewässern die Oberfläche desselben doch immer mehr oder weniger in Bewegung; diese Bewegung verursacht aber, dass der einfallende Strahl fortwährend unter anderem Einfallswinkel von der Oberfläche zurückgeworfen wird, hierdurch werden die Bilder etwas verschwommen, was natürlich je nach der Stärke der Bewegung zunimmt, ein Umstand, dem wir immer Rechnung tragen müssen; ja unter Umständen hört die Spiegelung gänzlich auf. Bei leuchtenden Körpern aber findet sie immer statt, weil der Strahl intensiver ist, so sehen wir oft die Spiegelbilder entfernter Lichter als gerade leuchtende Linien im Wasser herunter gehen, beim Monde ist dasselbe der Fall, da er aber ein grösserer Körper ist, so verbreitet sich sein Licht auf dem Wasser bedeutend und zieht sich in die Länge, letzteres aber ist noch der Perspective unterworfen, deshalb hat die Breite des Spiegels nach hinten eine Schwindung.

Alle so eben angeführte Sachen sind, wie oben gesagt, sehr veränderlich, je nach den Umständen, die dabei obwalten. Die Perspective kann uns nur die bestimmten Punkte angeben, in welchen der Spiegel bei festliegender Oberfläche stattfinden muss. Alle übrigen Erscheinungen bleiben dem fleissigen Studium der Natur überlassen.

Druck von Oskar Bonde in Altenburg.

Im Verlage von ERNST & KORN in Berlin sind unter andern erschienen:

Architektonisches Skizzenbuch. Eine Sammlung enthaltend: Landhäuser, Villen, ländliche Gebäude, Gartenhäuser, Gartenverzierungen, städtische Wohngebäude, Dekorationen innerer Räume, Gitter, Erker, Balkone, Blumenfenster, Brunnen, Springbrunnen, Hofgebäude, Einfassungsmauern, Candelaber, Grabmonumente und andere kleine Baulichkeiten, welche zur Verschönerung baulicher Anlagen dienen und in Berlin, Potsdam und anderen Orten ausgeführt sind. Mit Details. gr. 4. In Heften von 6 Blatt in reichem Farbendruck, Lithographie und Stich. Heft 1—180 à Heft 4 M.

Jährlich erscheinen 6 Hefte, welche einen Jahrgang bilden. Bei Entnahme der ganzen Sammlung werden die Hefte 1 bis 111 à 3 M. berechnet.

Beckmann, Carl, Professor. Gravische Resultate der Perspektive. Zum Selbstunterricht für Architekten und Maler. gr. 4. Mit 3 Kupfertafeln. cart. 4 M.

Boetticher, K., Professor Dr. Die Tektonik der Hellenen. Zweite im Text neu bearbeitete Auflage. Text in Lex.-8. und 45 Kupfertafeln in Folio 40 M.

Brix, A. F. W., Perspektivisches Studienblatt. Mit Randtext. gr. Fol. Vierte Aufl. 2.50 M.

Gropius und Schmieden, Architekten. Decorationen innerer Räume. Heft I und II. XII Tafeln in reichem Farbendruck. gr. Folio. In Mappe. 30 M.

Hoffmann, C. L., Kgl. Baumeister. Praktische Anleitung zum Projektionszeichnen in systematisch geordneten Aufgaben für Architekten, Bau- und Gewerbeschulen etc. 4. LVI Kupfertafeln mit Text. 2. Auflage. 4 M.

Maassstäbe für Architekten. Zum unmittelbaren Gebrauch bei Anfertigung architektonischer Zeichnungen. 1 Blatt in gr. Fol. mit 18 Maassstäben. In Metermaass. 6 Exemplare 3 M., 12 Exemplare 5 M.

J. Manger, Hilfsbuch zur Anfertigung von Bau-Anschlägen und Feststellung von Bau-Rechnungen. Vierte Auflage. Zeitgemäss umgearbeitet von R. Neumann. Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. geh. 8 M.

Mauch, J. M. v., Die architektonischen Ordnungen der Griechen, Römer und der neueren Meister. kl. Fol. 7. Auflage. Text von Lohde. Mit 62 Kupfertafeln. 14½ M. (Das Detailbuch dazu 2 M.)

— Desgl. Nachtrag 7. Auflage. Mit 40 Kupfertafeln. 8 M.

Orth, A., Die Akustik grosser Räume mit speciellem Bezug auf Kirchen. Mit 5 Kupfertafeln. gr. 4. geh. 5 M.

Schäfer, Die Glasmalerei des Mittelalters und der Renaissance. 8. Mit 21 Holzschnitten. cart. 2.50 M.

Schinkel, Karl Friedrich, Dekorationen innerer Räume. Herausgegeben von Martin Gropius, Professor und Direktor an der Kgl. Kunstschule. Fol. 8 Tafeln in reichstem Farbendruck. In Mappe. 26 M.

Strack, H., Kgl. Geh. Ober-Hofbaurath. Architektonische Details. gr. Fol. 15 Blatt. 9 M.

Strack, Hitzig und Borstell, Der innere Ausbau von Wohngebäuden. Eine Sammlung ausgeführter Arbeiten der Maurer, Tischler, Schlosser, Töpfer u. s. w. Folio. 14 Hefte in Mappe. (Auch in einzelnen Heften käuflich.) 33 M. 80 Pf.

Strauch, A. W., Baumeister. Die Arbeiten des Bau-Tischlers. Zum Unterricht und praktischen Gebrauch für Architekten und Handwerker. Text in 4. Mit einem Atlas von 40 Tafeln in grösstem Fol. 26 M.



Schwedler, August

Untersuchungen über das Wesen der Perspective populär dargestellt, nebst
einigen Beispielen für die praktische Anwendung

Berlin 1883

Math.a. 218 rh

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11650504-4